

Overall Maintenance Effectiveness -
Modelo de Gestão de Equipas de Manutenção:
Um Caso de Estudo na Indústria Alimentar

Ricardo Manuel de Barros Carvalhinho

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. Carlos Bragança



Mestrado Integrado em Engenharia Industrial e Gestão

2016-07-04

“Tudo vale a pena quando a alma não é pequena.”

Fernando Pessoa

Aos meus pais

À minha irmã

Aos meus avós

À minha namorada

Aos Melhores

Resumo

Enquanto as organizações estão a lutar para subsistirem num intenso ambiente competitivo, falhas inesperadas ocorrem em alturas inesperadas, levando a paragens de emergência na produção e a incumprimentos dos planos de produção (Arslankaya and Atay 2015). A Gestão da Manutenção representa um papel significativo no alcance do objetivo de melhorar a eficiência global na Produção de uma organização, ajudando a manter continuidade e evitando os custosos tempos de indisponibilidade (Abreu et al. 2013). Durante muitos anos, a ausência de um Sistema de Gestão de Manutenção causou a deterioração dos equipamentos que constituíam os ativos das organizações, enquanto estas sofriam pela perda de receitas à medida que falhavam atingir as quantidades de produção que pretendiam obter (Correia 2015).

Cabral (2013) afirma que apenas se pode gerir o que se consegue medir, e enquanto que existem diversas métricas dedicadas à performance da produção e dos seus equipamentos, como o *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*, a Manutenção tem sido um território inexplorado em termos de medição de performance.

Este projeto consiste no desenvolvimento de um Modelo de Gestão que visa dar uma resposta prática e estruturada a como as organizações medem a performance dos seus departamentos de Manutenção, através da medição da eficiência das suas equipas de Manutenção. Este Modelo estabelece um forte paralelismo com o *OEE*, com a sua medição de performance orientada aos equipamentos, para desenvolver uma métrica orientada à componente humana da estrutura da Manutenção.

Denominado como *Overall Maintenance Effectiveness*, esta métrica serve de base para um Modelo de Gestão com o mesmo nome, composto por diversos pilares táticos de conceitos, cada um com uma ferramenta de implementação associada. Cada pilar aborda mais diretamente uma das componentes do OME. O foco principal deste Modelo de Gestão é melhorar os indicadores chave de performance da produção (KPIs) através de um foco na melhoria das equipas de manutenção e das suas metodologias.

O Modelo foi posteriormente aplicado numa organização da indústria alimentar, onde o objetivo era impedir que a taxa de crescimento do OEE diminuísse devido a uma taxa de crescimento inferior da sua componente da Disponibilidade. Com a implementação de alguns dos pilares táticos do Modelo, assim como algumas das suas ferramentas, a taxa de crescimento da disponibilidade aumentou para um valor seis vezes superior devido a um aumento da taxa de decréscimo da percentagem de falhas, face ao tempo de abertura, para três vezes o valor anterior. Isto levou a um aumento na taxa de crescimento do OEE para três vezes o valor inicial, ultrapassando o objetivo de estabilização. Este caso real é retratado pelo caso de estudo apresentado nesta dissertação.

A velocidade global da mudança dentro da indústria de fabrico obriga as organizações a melhorar constantemente a performance da Produção e as medidas de performance são críticas para gerir essas melhorias (Andersson and Bellgran 2015). Esta abordagem à Gestão da Manutenção prova que o fator humano da estrutura da Manutenção deve ser medido e gerido, dado que influencia diretamente diversos aspetos de produtividade.

Overall Maintenance Effectiveness - Management Model for Maintenance Teams: Case study in the Food Industry

Abstract

While organizations are struggling to go on existing in the intensive competitive environment, unexpected breakdowns occur at unexpected times, thereby leading to the emergence of halts in production and to hitches in production plans (Arslankaya and Atay 2015). Maintenance Management plays a significant role in achieving the goal of improving overall efficiency in the production of an organization, helping to maintain continuity and avoiding costly downtime (Abreu et al. 2013). For many years, the absence of a Maintenance Management System caused the deterioration of equipment that make up the set of assets of organizations, while they suffered from the loss of revenue as they failed to hit the production quantity that they had aimed at (Correia 2015).

Cabral (2013) states that you can only manage what you can measure, and while there are several metrics dedicated to the performance of production and their equipments, like the *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*, Maintenance has been an unexplored territory in terms of performance measuring.

This project consisted on the development of a Management Model that aimed to give a practical and structured response to how can organizations manage the performance of their maintenance departments, relying on the measuring of the effectiveness of their maintenance teams. It established a strong parallelism with the OEE, with his equipment-oriented performance measuring, to develop a metric oriented to the human component of the Maintenance framework.

Named as *Overall Maintenance Effectiveness*, this metric served as the base for a management model with the same name, composed of several different tactical pillars of concepts, each one with an associated implementation tool. Each pillar addresses more directly one of the components of OME. The main focus of this management model is to improve production key performance indicators (KPIs) through a focus of improvement of the maintenance team and their methodologies.

The model was latter applied in a food industry company, where the goal was to prevent the growth rate of OEE from decreasing due to the slower growth rate of the availability component. With the implementation of several tactical pillars of the model, as well as some of their tools, the growth of the availability, per month, increased by a factor of six, due to the increase in failure percentage decrease rate by a factor of three. This led to an increase of the growth rate of the OEE, by three times the previous value, surpassing the stabilization objective. This real case scenario is portrayed by the case study presented in this project.

The global speed of change within the manufacturing industry forces companies to constantly improve production performance and performance measures are critical for driving and managing production improvements (Andersson and Bellgran 2015). This approach to Maintenance Management proves that the human aspect of the maintenance framework should be measured and managed, since it impacts directly in several productivity aspects.

Agradecimentos

No *Kaizen Institute*, agradeço especialmente ao Pedro Reina, meu orientador na empresa, pelos ensinamentos transmitidos e pela orientação dada. Gostaria também de agradecer ao Luís Quelhas, com quem trabalhei diretamente neste projeto. Agradeço também a todos no *Kaizen Institute*, em especial ao Tiago Sanchez, pelo apoio profissional e pessoal e pela forma como me acolheram na empresa.

Agradeço ao Professor Carlos Bragança pela ajuda e orientação, assim como a todos os Professores que contribuíram para o meu percurso na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Agradeço a todos os colaboradores do Grupo Cerealis envolvidos neste projeto, em especial à Carolina Gonçalves, com quem tive o prazer de trabalhar.

Um agradecimento muito especial ao meu Pai e à minha Mãe pelo amor, apoio incondicional e por me proporcionarem todas as oportunidades e condições para a minha educação.

Agradeço à minha Irmã por estar sempre presente, pela cumplicidade e por toda a força transmitida.

Agradeço à minha Avó e ao meu Avô por todo o carinho e preocupação.

Agradeço à Clara pela paciência, ajuda e companhia nos bons e nos maus momentos.

Finalmente, agradeço aos meus amigos pela companhia e apoio ao longo deste percurso académico e sobretudo pela enorme amizade.

Índice de Conteúdos

1	Introdução	1
1.1	Enquadramento e objetivos do Projeto	1
1.2	Caso de estudo.....	1
1.3	Método seguido no Projeto	2
1.4	Estrutura da Dissertação.....	4
2	Estado da Arte	5
2.1	Manutenção.....	5
2.2	OEE	9
3	Overall Maintenance Effectiveness	11
3.1	Enquadramento	11
3.2	Indicador.....	11
3.3	Modelo de Gestão	13
3.4	Avaliação.....	15
3.4.1	Shadowing.....	15
3.4.2	Entrevistas de Produtividade.....	16
3.5	Ocupação.....	17
3.5.1	Plano de Trabalho.....	18
3.5.2	Manutenção Preventiva.....	20
3.5.3	Comunicação Eficaz	22
3.6	Rendimento	24
3.6.1	Pré-diagnóstico.....	25
3.6.2	Manutenção de Proximidade.....	28
3.6.3	Concentração da variabilidade	29
3.7	Qualidade.....	30
3.7.1	Informação Técnica.....	32
3.7.2	Formação	34
3.7.3	Resolução Estruturada de Problemas	36
4	Caso de Estudo – Grupo Cerealis.....	38
4.1	Enquadramento	38
4.2	Avaliação.....	40
4.2.1	Shadowing.....	41
4.2.2	Entrevistas de Produtividade.....	42
4.2.3	OME	42
4.3	Soluções.....	43
4.3.1	Ocupação	44
4.3.2	Rendimento	46
4.3.3	Qualidade	49
4.4	Resultados	49
5	Conclusões	52
	Referências	55
ANEXO A:	CPA - <i>Meeting Cascade</i>	57
ANEXO B:	CPA - <i>Workload Planner</i> – Agenda Semanal de Equipa	58
ANEXO C:	CPA - <i>Workload Planner</i> – Matriz de Tarefas Pendentes.....	59
ANEXO D:	CPA - Rotina de Manutenção Preventiva	60
ANEXO E:	CPA - Interface da Base de Dados da Manutenção Preventiva	61

Siglas

CPA - Cerealis - Produtos Alimentares

KI - *Kaizen Institute Consulting Group*

KPI – *Key Performance Indicator*

OEE - *Overall Equipment Effectiveness*

OME - *Overall Maintenance Effectiveness*

Índice de Figuras

Figura 1 - Cronograma do Projeto.....	2
Figura 2 - <i>Mission Control Room</i>	3
Figura 3 - Relação da função da manutenção com as outras áreas de uma organização Fonte: Pintelon and Parodi-herz (2008).....	6
Figura 4 - Gerações de manutenção Fonte: Quintas (1998)	6
Figura 5 - Evolução do papel da manutenção Fonte: Pintelon and Parodi-herz (2008).....	7
Figura 6 - Tipos de manutenção	8
Figura 7 - Componentes do OEE e respectivas perdas associadas.....	12
Figura 8 - Componentes do <i>Overall Maintenance Effectiveness</i>	12
Figura 9 - Perdas associadas a cada componente do OME	13
Figura 10 - Componentes do OME e respectivas perdas associadas	13
Figura 11 -Pilares táticos de cada componente do indicador OEE.....	14
Figura 12 - Modelo OME	14
Figura 13 - Exemplo de um <i>pie-chart</i> resultante do método <i>Shadowing</i>	16
Figura 14 - Pilares táticos da componente da Ocupação do OME	18
Figura 15 - <i>Workload Planner</i> : Agenda Semanal de Equipa	19
Figura 16 - <i>Workload Planner</i> : Matriz de Tarefas Pendentes	20
Figura 17 - Dimensionamento da capacidade das equipas face à ocorrência de manutenções corretivas	20
Figura 18 - Dimensionamento da capacidade das equipas face à ausência de manutenções corretivas	21
Figura 19 - <i>Route Planning</i> : exemplo de aplicação.....	22
Figura 20 - <i>Meeting Cascade</i>	23
Figura 21 - Pilares táticos da componente do Rendimento do OME	25
Figura 22 - <i>Screening Flow</i> : exemplo de aplicação	27
Figura 23 - Screening Flow: exemplo de aplicação com registo de percurso	27
Figura 24 – Exemplo de deslocações habituais das equipas no terreno	28
Figura 25 - <i>First Aid Kits</i> : exemplo de deslocações das equipas no terreno	29
Figura 26 - <i>Mura Station</i> – exemplo de distribuição de tarefas convencional	30
Figura 27 - <i>Mura Station</i> – exemplo de distribuição de tarefas com <i>Mura Station</i>	30
Figura 28 - Pilares táticos da componente da Qualidade do OME.....	31
Figura 29 - Pirâmide de <i>Maslow</i> Fonte: Maslow (1943).....	33
Figura 30 - <i>Machine Pyramide</i>	33
Figura 31 - Exemplo de uma distribuição natural de conhecimento dentro de uma equipa de manutenção.....	34
Figura 32 - Exemplo de uma distribuição ideal de conhecimento dentro de uma equipa de manutenção.....	35

Figura 33 - <i>Training Center</i> : componentes de cada fase.....	36
Figura 34 - 3C: exemplo de template de aplicação da ferramenta	37
Figura 35 - Estrutura Organizacional do Grupo Cerealis Fonte: Cerealis (2016)	38
Figura 36 - Unidades industriais do Grupo Cerealis	39
Figura 37 - Evolução temporal do OEE	39
Figura 38 - Comparação das tendências de crescimento do OEE e da componente da Disponibilidade.....	40
Figura 39 - <i>Pie-chart</i> resultante do <i>Shadowing</i>	41
Figura 40 - Modelo OME - Pilares aplicados na CPA	43
Figura 41 - <i>Route Planning</i> - Aplicação da ferramenta na Cerealis	46
Figura 42 - Adaptação dos tempos estimados face às alterações nos tempos reais.....	47
Figura 43 - <i>Stock</i> avançado na Fábrica de Massas 2	48

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Possíveis conclusões face aos resultados do método <i>Shadowing</i>	16
Tabela 2 - Valor acrescentado dos diferentes tipos de tarefas de manutenção.....	17
Tabela 3 - Principais dificuldades e oportunidades de melhora das equipas de manutenção da Cerealis	42
Tabela 4 - Valores do OME e respetivas componentes no ano de 2015	43
Tabela 5 - Número de tarefas de Manutenção Preventiva do plano antigo	45
Tabela 6 - <i>Route Planning</i> - Número de Rotinas de Manutenção Preventiva	46
Tabela 7 - Chamadas efetuadas para a manutenção mais frequentes	47
Tabela 8 -Comparação dos valores do OME e dos seus componentes	50
Tabela 9 - Análise de resultados.....	51

1 Introdução

1.1 Enquadramento e objetivos do Projeto

No âmbito da dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia Industrial e Gestão, foi realizado um projeto em contexto empresarial, mais concretamente numa empresa de consultoria – o *Kaizen Institute Consulting Group* (KI).

O *Kaizen Institute* foi fundado em 1985 por *Masaaki Imai* e está sediado na Suíça. A sua missão é auxiliar os seus clientes na melhoria das suas organizações, tornando-os capazes de sustentar a melhoria contínua, tanto a nível técnico como de cultura e liderança. Tratando-se de uma empresa de consultadoria operacional, a maioria da sua atuação tem residido no sector industrial, embora haja uma procura crescente por parte de empresas de serviços e outros setores.

Dada a mudança cultural das empresas a nível mundial para organizações mais orientadas à melhoria contínua, o *Kaizen Institute* verificou uma rápida expansão para um total de mais de 30 países. Em Portugal, já está presente desde 1999, com dois escritórios: Vila Nova de Gaia e Lisboa.

Em 2011, o *Kaizen Institute* fundiu-se com uma empresa de consultoria e treino especializada na cultura de melhoria contínua, a *Gemba Research*, que tinha por base o Sistema de Produção Toyota, e deu origem ao *Kaizen Institute Consulting Group*. Atualmente, é a maior empresa do mundo especializada em metodologias *Lean*.

Apesar da sua vasta experiência, tanto na área industrial como na área da Manutenção, o *Kaizen Institute Consulting Group* detetou a necessidade de desenvolver um modelo capaz de aferir e gerir a produtividade de equipas de trabalho, mais especificamente de equipas de Manutenção. Este modelo deve consistir não só num indicador desenvolvido para aferir a produtividade das equipas de manutenção, como também num modelo de gestão orientado ao mesmo. Este modelo contempla diversas metodologias para a melhoria do indicador, assim como ferramentas para a implementação de cada metodologia.

1.2 Caso de estudo

O Grupo Cerealis, um grupo vocacionado para a atividade industrial e comercial do sector agroalimentar, mais concretamente nos negócios de massas alimentícias e farinhas industriais, recorreu aos serviços de consultoria operacional do *Kaizen Institute Consulting Group* (KI) num projeto com a duração de 4 meses.

A Cerealis – Produtos Alimentares (CPA), uma empresa produtora de massas, bolachas e cereais de pequeno-almoço, pertencente ao Grupo Cerealis tinha como objetivo manter a tendência de crescimento do OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) que se tinha vindo a verificar desde 2015. Dado que o aumento da componente da disponibilidade não estava a acompanhar o crescimento global do indicador, a CPA conclui que este crescimento iria eventualmente estagnar caso não fossem tomadas medidas.

Em conjunto com o Grupo Cerealis, o KI decidiu incidir o foco de atuação sobre o Departamento de Manutenção, mais concretamente sobre a eficiência das suas equipas do

terreno, de modo a melhorar a taxa de crescimento da disponibilidade. Tratavam-se de equipas desorganizadas, sem métodos de planeamento, visualização de carga ou comunicação, com metodologias de preparação e intervenção inconsistentes, cujas ineficiências impactavam diretamente na disponibilidade dos equipamentos de produção.

A parceria com o KI iniciou-se em março de 2016 e as ações decorreram nas instalações da empresa cliente. O Projeto desenvolvido na Cerealis - Produtos Alimentares iniciou-se com a avaliação do estado atual do departamento e das suas equipas de Manutenção, seguido da aplicação do modelo de gestão desenvolvido no âmbito desta dissertação, obviamente adequado à empresa e às condições das equipas.

Por fim, foram medidos os resultados, tanto no indicador do modelo, como nas taxas de crescimento do OEE e disponibilidade, face aos valores verificados em 2015. Foi também analisada a taxa de diminuição da percentagem de avarias face ao tempo de abertura, e relacionada com os resultados obtidos nos indicadores anteriores.

Todas estas ações foram alicerçadas pela cimentação de uma cultura organizacional de melhoria contínua, já enraizada nalguns sectores da empresa.

Os desafios passaram por conquistar a confiança das pessoas no terreno, onde as dificuldades se sentem e onde os produtos se transformam, compreender os processos e levar a organização e os seus colaboradores a quererem melhorar. O relacionamento e envolvimento de todos foram uma constante no desenvolvimento de ideias e ações de melhoria.

1.3 Método seguido no Projeto

O Projeto teve a duração total de 4 meses, dividido por 2 grandes fases:

- *Overall Maintenance Effectiveness* – Consiste no desenvolvimento do indicador e, posteriormente, no modelo associado;
- Caso de estudo – Consiste na aplicação do modelo desenvolvido, começando por uma avaliação do estado atual da empresa e terminando com a análise dos resultados;

Estas fases foram mais tarde desenvolvidas em *milestones* ao longo do tempo, representadas no cronograma da Figura 1.

CRONOGRAMA					
TEMA	ENTREGÁVEL	Mar	Abr	Mai	Jun
<i>Overall Maintenance Efficiency</i>	Desenvolvimento do Indicador				
	Desenvolvimento do Modelo				
Caso de estudo	Avaliação				
	Aplicação do Modelo OME				
	Análise de Resultados				

Figura 1 - Cronograma do Projeto

A primeira fase, focada no desenvolvimento do Modelo *Overall Maintenance Effectiveness* (OME), começou pelo desenvolvimento do indicador, que depois serviu de base para o desenvolvimento do modelo com o mesmo nome.

A segunda fase foi o caso de estudo nas instalações de um cliente do *Kaizen Institute Consulting Group*, o Grupo Cerealis. Em primeiro lugar procedeu-se à avaliação da situação inicial das equipas de Manutenção. De seguida, implementou-se o modelo OME, adaptado às condições e necessidades das equipas. Por último, verificou-se os resultados dos indicadores objetivo,

nomeadamente a taxa de crescimento do OEE, da Disponibilidade e da percentagem de avarias, face aos valores de 2015.

O controlo da evolução do caso de estudo, cumprimento dos entregáveis e resultados obtidos foi realizado de forma visual recorrendo a uma *Mission Control Room*, montada no início do projeto nas instalações do cliente, como se pode observar na Figura 2.

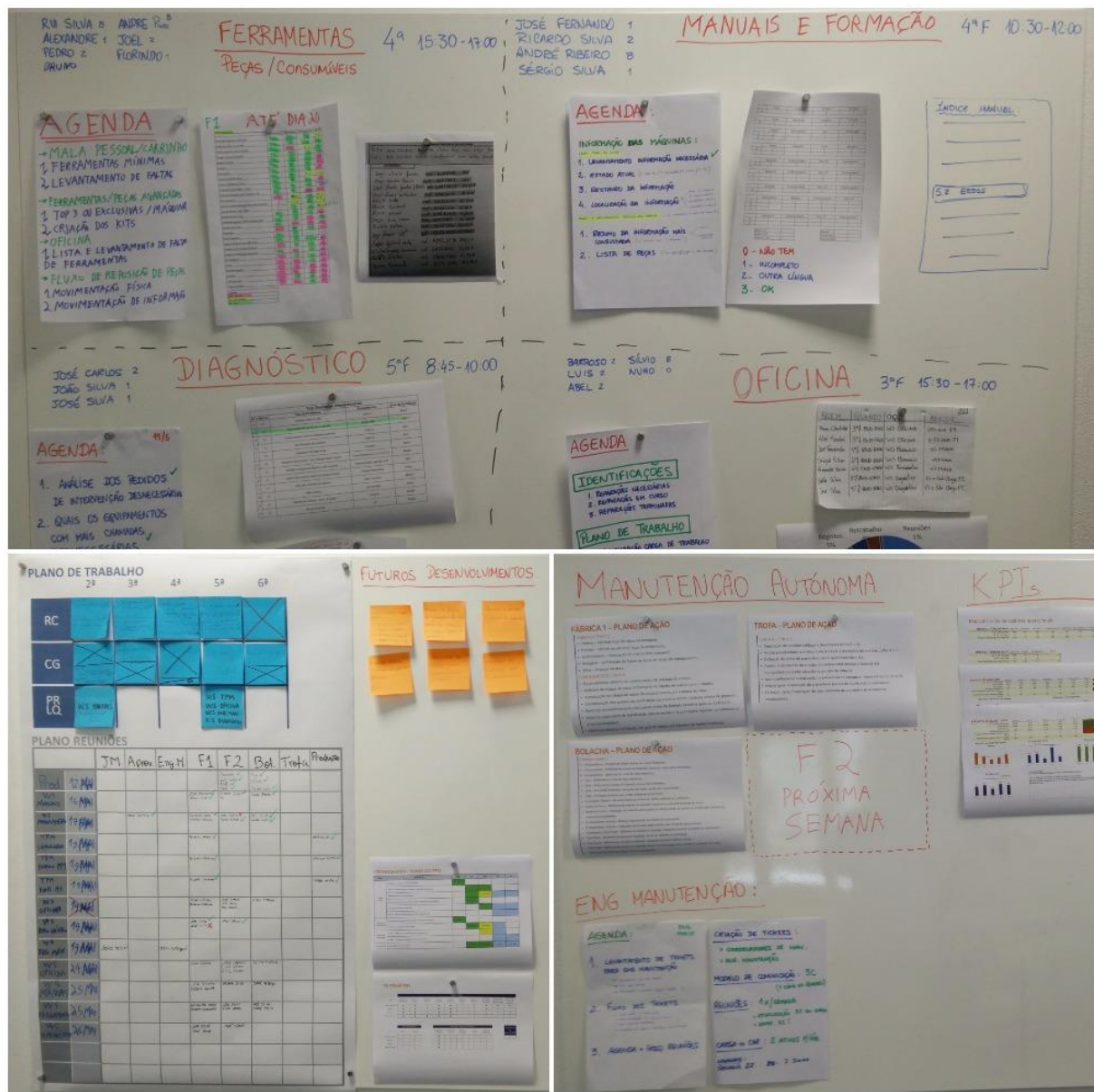


Figura 2 - *Mission Control Room*

Nesta *Mission Control Room* estavam visualmente presentes informações acerca de todas as frentes do projeto, assim como informações relativas ao cumprimento dos entregáveis e do cronograma. Adicionalmente, serviu como suporte para o planeamento diário e semanal da implementação das ações.

Foram também agendados *Steering Committees* Quinzenais, que decorreram na *Mission Control Room*, com o objetivo de apresentar os novos desenvolvimentos à Direção, mais concretamente ao Diretor de Operações, assim como aos restantes *Stakeholders* do projeto, e receber *feedback* dos mesmos.

1.4 Estrutura da Dissertação

No primeiro Capítulo, é feita a introdução do projeto com a apresentação das empresas envolvidas e os objetivos propostos. Esta Dissertação está organizada 5 capítulos distintos.

No segundo Capítulo é apresentada uma revisão de literatura sobre os temas de Manutenção e OEE, de modo a contextualizar a criação e o propósito do Modelo OME.

No terceiro Capítulo, é descrito o Modelo OME, desde o seu indicador ao modelo de gestão nele baseado. Em cada componente do indicador, são descritos os pilares táticos correspondentes e as ferramentas de melhoria de cada pilar.

No quarto Capítulo, é apresentado o caso de estudo numa indústria alimentar. O caso de estudo inicia-se com um enquadramento do projeto, assim como uma descrição da situação inicial. De seguida, é apresentada a aplicação prática de alguns pilares do modelo e a implementação das suas ferramentas. Por fim, são comparados os resultados com períodos anteriores e é feita uma conclusão sobre a aplicação do Modelo OME.

No último Capítulo, apresentam-se as conclusões da criação e desenvolvimento do modelo, assim como a sua aplicação e resultados obtidos no caso de estudo.

2 Estado da Arte

De modo a suportar o desenvolvimento do modelo de gestão, foi necessário elaborar uma pesquisa relativamente aos assuntos relacionados com o mesmo. Esta pesquisa focou-se essencialmente em dois tópicos: Manutenção e *Overall Equipment Effectiveness* (OEE).

Como o modelo desenvolvido se trata de um modelo de gestão orientado às equipas de manutenção, é fundamental compreender o que é Manutenção. Para isso, retrata-se aqui temas como a sua evolução histórica, como é que se enquadra com as restantes áreas de uma organização, os tipos de intervenções da Manutenção e os seus diferentes níveis.

Este modelo estabelece um forte paralelismo entre uma equipa de manutenção e uma unidade de produção. Sendo o OEE um dos principais indicadores de performance da produção, é importante compreender o seu objetivo, quais os seus componentes e o que impacta cada um deles. Demonstra-se também como calcular cada um dos componentes e o próprio OEE.

2.1 Manutenção

Desde o início dos tempos que o ser humano sentiu a necessidade de manter os seus equipamentos, mesmo os mais rudimentares. O termo “Manutenção” surge da palavra “manter” que por sua vez origina do latim “*manus tenere*”, que significa “ter na mão, segurar, controlar”. Mais tarde, no século XVI, o termo “Manutenção” foi registado nos dicionários pela primeira vez, com o significado de “ato de manter reparado” (Pinto 1994). Atualmente, Manutenção é definida como o conjunto de todas as ações técnicas e administrativas durante o ciclo de vida de um objeto, com o propósito de o conservar ou restaurar a um estado em que este seja capaz de realizar a função para o qual foi concebido (Márquez 2007).

Pinto (1994) afirma que a Manutenção tem quatro principais objetivos:

- Disponibilidade – Disponibilizar os equipamentos para operação o máximo de tempo possível, reduzindo ao mínimo possível tanto as paragens programadas como as paragens por avaria, contribuindo assim para assegurar a regularidade da Produção e o cumprimento dos prazos planeados
- Custo – Procurar soluções que minimizem os custos globais do produto, nomeadamente os custos de manutenção ou de não-manutenção (e suas consequências).
- Qualidade – Minimizar os defeitos de produção originados pelo mau funcionamento ou manuseamento dos equipamentos.
- Segurança – Assegurar a segurança das pessoas face aos equipamentos e instalações presentes no chão de fábrica.

No geral, Pinto (1994) afirma que a manutenção é um conjunto integrado de atividades que se desenvolve em todo o ciclo de vida de um equipamento, sistema ou instalação e que visa manter ou repor a sua operacionalidade nas melhores condições de qualidade, custo e disponibilidade, com total segurança.

De uma forma ou de outra, existe um consenso que o objetivo primário da manutenção é a otimização total do ciclo de vida de um equipamento. No entanto, este objetivo tem de ser atingido de forma sustentável e eficiente a nível de custos. A Manutenção encontra-se inserida num determinado contexto de negócio, para o qual contribui e com o qual interage. A Figura 3 demonstra a interdependência da função da Manutenção com outras áreas do negócio.

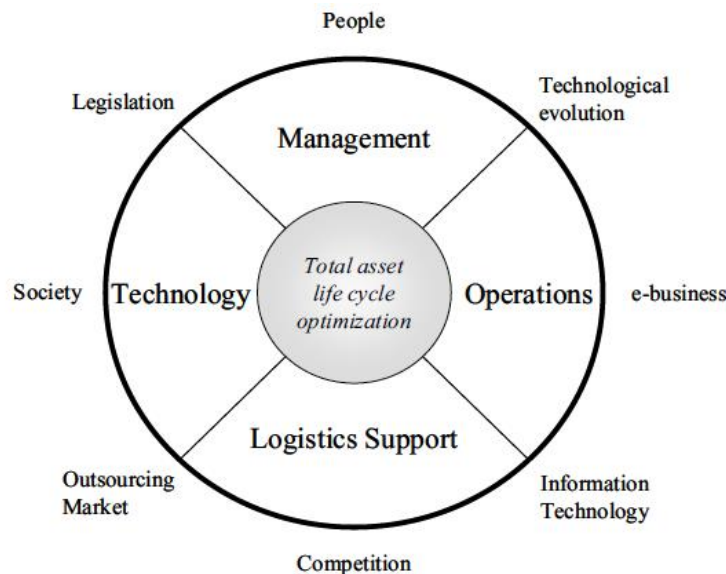


Figura 3 - Relação da função da manutenção com as outras áreas de uma organização
Fonte: Pintelon and Parodi-herz (2008)

Para a Manutenção assegurar a sua função, necessita de lidar com diversas forças e requisitos dentro e fora dos limites da organização onde se insere. Esta interação atribui um carácter de complexidade às tarefas de Manutenção, tratando-se de tarefas que conjugam elementos de gestão, tecnologia, operações e suporte logístico (Pintelon and Parodi-herz 2008).

Embora seja um conceito antigo, a Manutenção apenas sofreu desenvolvimentos significativos na segunda metade do século XX. Quintas (1998) divide esta evolução em três fases distintas, a que apelida de gerações, como representado na Figura 4.

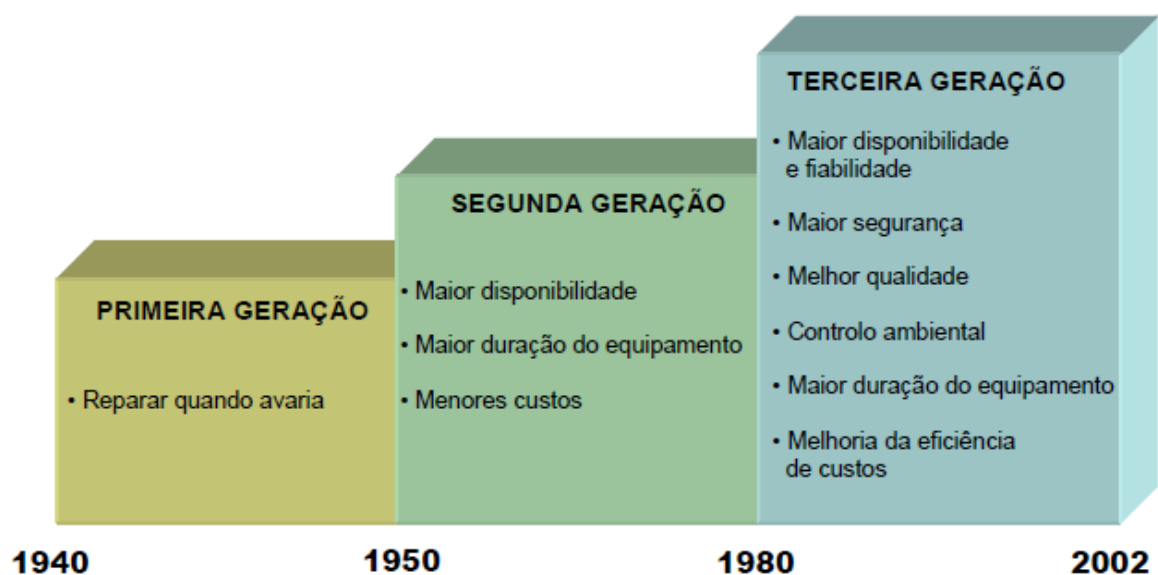


Figura 4 - Gerações de manutenção
Fonte: Quintas (1998)

Cada geração está associada a uma atuação principal, fruto do desenvolvimento tecnológico e conceptual da altura:

- Primeira Geração – Reparar a avaria – Nesta primeira geração, a preocupação dominante era recuperar o investimento realizado nos equipamentos através da restauração da sua operacionalidade. O principal interveniente nesta etapa era o Operado.
- Segunda Geração – Evitar a avaria - O grande esforço de produção associado à 2ª Guerra Mundial e à recuperação económica do pós-guerra impuseram às linhas de produção ritmos de trabalho incompatíveis com as paragens para reparação de avarias (Pinto 1994). Surgiu então necessidade de organizar a manutenção de forma a intervir nos equipamentos durante as paragens de produção e com o objetivo de reduzir as paragens por avaria, aumentando a disponibilidade. Foi então que surgiu o conceito de Manutenção Planeada, como ainda hoje se aplica. O principal interveniente nesta etapa passou a ser o técnico de manutenção.
- Terceira geração – Prever a avaria – O enorme salto tecnológico verificado desde 1960, traduzido na generalização do uso do computador, no domínio acrescido dos processos de fabrico e no melhor conhecimento dos materiais, permitiu o aparecimento de novas formas de manutenção. Nestes novos métodos, embora ainda se procure evitar a avaria, procura-se atuar apenas quando a avaria está eminente, recorrendo a sistemas e aparelhos de diagnóstico das condições dos equipamentos e dos seus componentes. Esta metodologia, agora conhecida como manutenção preditiva, visa não só o aumento da disponibilidade como a redução dos custos através da maximização da vida útil de cada componente do equipamento. O principal interveniente desta etapa tornou-se o engenheiro de manutenção.

Em conjunto com a evolução do objetivo principal da Manutenção, também o seu papel nas empresas e o seu reconhecimento por parte das outras áreas, por consequência, sofreu alterações ao longo do tempo, como representado na Figura 5.

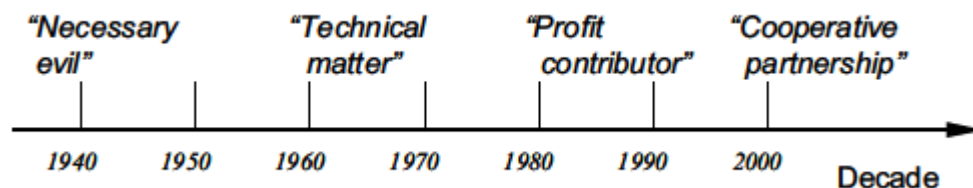


Figura 5 - Evolução do papel da manutenção
Fonte: Pintelon and Parodi-herz (2008)

A Manutenção, através do desenvolvimento de métodos mais avançados, foi adquirindo uma relevância crescente. Na sua primeira geração, era interpretada como um mal necessário, dado o âmbito das suas intervenções apenas se resumir a correções das falhas dos equipamentos. Com o aumento da componente de prevenção, aumento da disponibilidade e redução de custos, a Manutenção adquiriu um papel de importância, não só para a contribuição da criação de lucro da empresa, como para a definição da sua estratégia operacional. Correia (2015) afirma que para a Manutenção contribuir eficazmente para o sucesso de uma organização, tem de começar a ser encarada como uma área estratégica do negócio, e não apenas como uma área que gera custos. A Manutenção deve ser vista como uma área que acrescenta valor aos processos e ao negócio.

Através da evolução histórica da Manutenção, foram surgindo dois tipos atuações de manutenções:

- Atuação reativa – Associada a ações do tipo corretivo, normalmente não planeadas;

- Atuação proativa – Associadas a ações do tipo preventivo, normalmente planeadas;

Assim sendo, as atividades de manutenção dividem-se por estes dois tipos de atuação, como representado pela Figura 6.

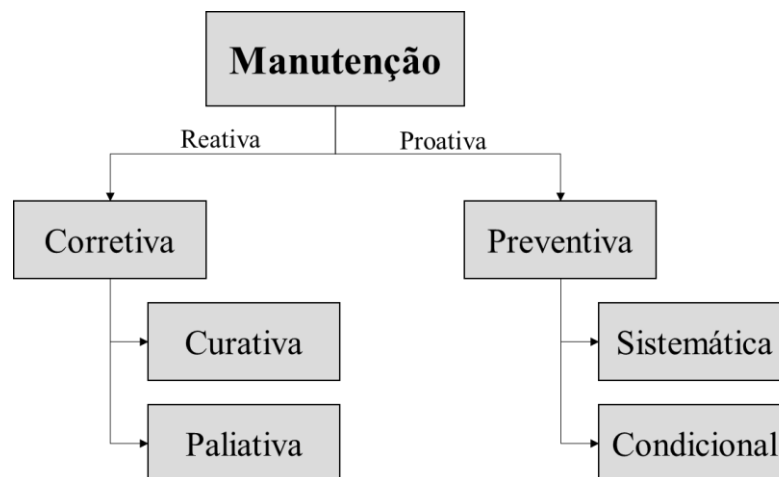


Figura 6 - Tipos de manutenção

São consideradas atividades de Manutenção Corretiva todas as reparações ou ações de restauro do equipamento/instalação seguidas de uma falha ou perda de funções do mesmo. Como curativas, entende-se as manutenções corretivas de caráter definitivo. Por sua vez, as intervenções paliativas são reparações provisórias que têm como objetivo tornar o equipamento disponível até haver a oportunidade de intervir para reparar a falha definitivamente. São ações difíceis de prever ou planejar, dado que o comportamento de falha dos equipamentos segue um padrão estocástico e as falhas são imprevisíveis (Pintelon and Parodi-herz 2008).

Por sua vez, as atividades de Manutenção Preventiva são todas aquelas cujo propósito seja manter o equipamento em condições de funcionamento satisfatórias através de inspeções e correções de anomalias num estado inicial (Dhillon 2002). Assim, o objetivo primário é antecipar ou evitar falhas, reduzindo a sua probabilidade de ocorrência, aumentando a eficiência e consequente produtividade do equipamento (Pintelon and Parodi-herz 2008). As manutenções sistemáticas ocorrem com uma periodicidade fixa e predefinida, correspondente a tarefas de inspeção, lubrificação e limpeza.

As atividades de Manutenção condicional, mais comumente conhecidas como Manutenção Preditiva consistem na capacidade de prever os comportamentos estocásticos das falhas dos equipamentos, com base em análises do estado e ciclo de vida de cada componente. Permite assim intervir no limite desse mesmo ciclo, ou seja, o mais próximo possível do ponto de avaria, sem que esta chegue a ocorrer. Este tipo de abordagem permite uma maximização do tempo útil de cada um dos componentes e, consequentemente, do equipamento, trazendo não só os mesmos ganhos que a manutenção preventiva tradicional como também uma rentabilidade económica superior.

As Manutenções Preventivas tornam-se mais fáceis de planejar, em oposição às manutenções corretivas, pois são normalmente realizadas com data definida, determinadas quer pelas características do equipamento, quer pelo estado dos seus componentes.

Independentemente do tipo de intervenções, estas podem ser divididas em 5 níveis de complexidade:

- 1º Nível - Regulações simples, por meio de órgãos acessíveis, sem necessidade de desmontagem ou abertura do equipamento ou troca de elementos consumíveis acessíveis em completa segurança. Este nível pode ser executado por operadores, através do apoio das instruções de operação. Requer um consumo de material reduzido

- 2º Nível - Resolução de falhas por troca de componentes previstos para esse efeito, assim como operações menores de manutenção preventiva tais como controlo de funcionamento ou lubrificação. Este tipo de intervenção é levado a cabo por um técnico qualificado, no local, com ajuda das instruções de manutenção. As peças a substituir encontram-se nas proximidades, não atrasando a intervenção.
- 3º Nível - Identificação e diagnóstico de avarias, reparação por troca de componentes, reparações mecânicas menores, assim como todas as intervenções correntes de manutenção preventiva. Este trabalho pode ser realizado por um técnico qualificado, com o auxílio de aparelhos de medida.
- 4º Nível - Todas as intervenções importantes de manutenção corretiva ou preventiva com exceção de reconstrução e renovação. Compreende também a regulação dos aparelhos de medida utilizados para efeitos de manutenção e a verificação de padrões por especialistas. Para este nível, é normalmente necessária uma equipa completa enquadrada por um técnico muito especializado, num local dotado de equipamento específico para o efeito.
- 5º Nível – Trabalhos de reconstrução, renovação ou reparações importantes, a cargo de uma oficina central ou a entidades exteriores. A realização de trabalhos deste nível está a cargo de uma equipa completa e polivalente.

2.2 OEE

Cabral (2013) afirma que só se gere aquilo que se pode medir. O *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) foi inicialmente usado por Seiichi Nakajima para descrever uma das principais ferramentas de medição da performance da produção (Nakajima 1995). Consiste numa hierarquia de métricas para medir quão efetivamente um equipamento é utilizado, precisando assim a produtividade de valor acrescentado desse equipamento (Hansen 2001). O OEE adquire principal importância em contexto empresarial, especialmente nos sectores de elevado investimento de capital em equipamentos ou elevados custos de matéria-prima (relativamente às receitas das vendas), dada a sua orientação ao equipamento (Garvens 2012).

Existem duas formas de calcular o OEE: pela forma direta ou pela forma indireta:

Forma direta:

Consiste simplesmente em dividir o número de unidades conformes (com qualidade) produzidas pelo total de unidades que era possível produzir, baseado no tempo de abertura (tempo em que a máquina está disponível para trabalhar) e a cadência de produção da mesma. A Equação 2.1 corresponde ao método de cálculo do OEE pela forma direta.

$$OEE = \frac{\text{Nr de Peças com Qualidade Produzidas}}{\text{Nr de Peças Possíveis}} \quad (2.1)$$

Forma Indireta:

É um método mais complexo, que subdivide o OEE em três componentes principais: Disponibilidade, Rendimento e Qualidade. O OEE é obtido pelo produto dos três, como representado na Equação 2.2.

$$OEE = Disponibilidade * Rendimento * Qualidade \quad (2.2)$$

A componente da disponibilidade representa a percentagem de tempo que o equipamento esteve a trabalhar, comparando com o total de tempo disponível para ser utilizado (tempo de abertura). Esta componente do OEE reflete todas as paragens planeadas e não planeadas, registadas durante o tempo de abertura. O cálculo desta componente está expresso na Equação 2.3.

$$Disponibilidade = \frac{Tempo\ de\ Abertura - (P.Planeadas + P.Não\ Planeadas)}{Tempo\ de\ Abertura} \quad (2.3)$$

Entende-se por paragens planeadas todas as paragens de produção previamente planeadas, como paragens para almoço dos operadores, paragens de mudança de Setup (configurações do equipamento) e paragens para manutenção planeada.

Paragens não planeadas correspondem a paragens de produção não previstas, como por exemplos avarias no equipamento, falta de Recursos Humanos ou de Matéria-Prima.

A componente do Rendimento consiste em comparar as peças produzidas com as peças que, à velocidade operacional teórica, o equipamento tem capacidade para produzir durante o tempo disponível, e é calculado através da Equação 2.4.

$$Rendimento = \frac{Quantidade\ Produzida}{Quantidade\ Teórica} \quad (2.4)$$

Nesta componente, refletem-se todas as perdas de eficiência relacionadas com as micro paragens (paragens não registadas), ciclos em vazio e velocidade de funcionamento inferiores ao teórico.

Por fim a componente da Qualidade traduz a percentagem de peças / produtos com qualidade, calculando-se a partir da Equação 2.5.

$$Qualidade = \frac{Quantidade\ Produzida\ com\ Qualidade}{Quantidade\ Produzida} \quad (2.5)$$

Entende-se por má qualidade todas as unidades não-conformes ou que obriguem a um retrabalho.

3 Overall Maintenance Effectiveness

3.1 Enquadramento

A evolução para uma economia global expandiu a base da competição para praticamente todas as áreas de negócio. Pela natureza da própria palavra concorrência, está implícito que, independentemente do critério utilizado, seja aumento de lucro, de vendas ou redução de custos, há sempre uma medição de desempenho associada, que compara os diferentes concorrentes (Pintelon and Muchiri 2010).

Segundo Fleischer, Weismann, and Niggeschmidt (2006), a competitividade das empresas de manufatura depende essencialmente da disponibilidade e produtividade das suas instalações de produção. Huang et al. (2003) também afirma que, devido à intensa competitividade global, as empresas estão a melhorar e otimizar a sua produtividade, a fim de se manterem competitivas.

O grande impacto negativo na disponibilidade das instalações de produção, neste caso dos seus equipamentos, advém essencialmente de paragens não planeadas, maioritariamente falhas nos equipamentos. Tendo a Manutenção como principal função conservar ou restaurar os equipamentos a um estado em que estes sejam capaz de realizar a função para o qual foram concebidos, esta possui um grande impacto na garantia da disponibilidade dos mesmos (Márquez 2007).

No âmbito desta competitividade operacional, e à semelhança do OEE, este modelo visa dar uma resposta à necessidade de aferir e gerir um nível de eficiência, neste caso de Equipas de Manutenção.

Começa por definir um indicador, composto por diversas componentes, representativo dessa mesma eficiência e orientado à realidade do terreno. Estabelecido o indicador base, constrói-se um modelo composto por diversos pilares, cada um referente a uma das componentes do indicador, representativos de metodologias cujo objetivo é melhorar esse mesmo indicador. Cada pilar possui uma ferramenta própria, que consiste numa abordagem à metodologia, de aplicação prática e estruturada no terreno.

3.2 Indicador

Dado que o objetivo era aferir eficiência, foi tido como termo de comparação o *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)(Nakajima 1995). O OEE foi inicialmente usado por Seiichi Nakajima para descrever uma das principais ferramentas de medição da performance da produção. Consiste numa hierarquia de métricas para medir quão efetivamente um equipamento é utilizado, possibilitando medir, assim, a produtividade de valor acrescentado desse mesmo equipamento (Garvens 2012).

O OEE visa 3 componentes principais, que conjugadas constituem este indicador:

- Disponibilidade – Corresponde à percentagem do tempo que o equipamento esteve efetivamente a trabalhar face ao seu tempo de abertura;
- Rendimento – Reflete a percentagem das peças produzidas no tempo disponível face ao número de peças que a máquina, teoricamente, tem capacidade para produzir nesse intervalo de tempo;
- Qualidade – Consiste na percentagem de peças produzidas com qualidade em relação ao número total de peças produzidas;

Na Figura 7 estão representadas as várias componentes do OEE e as perdas associadas a cada uma delas.

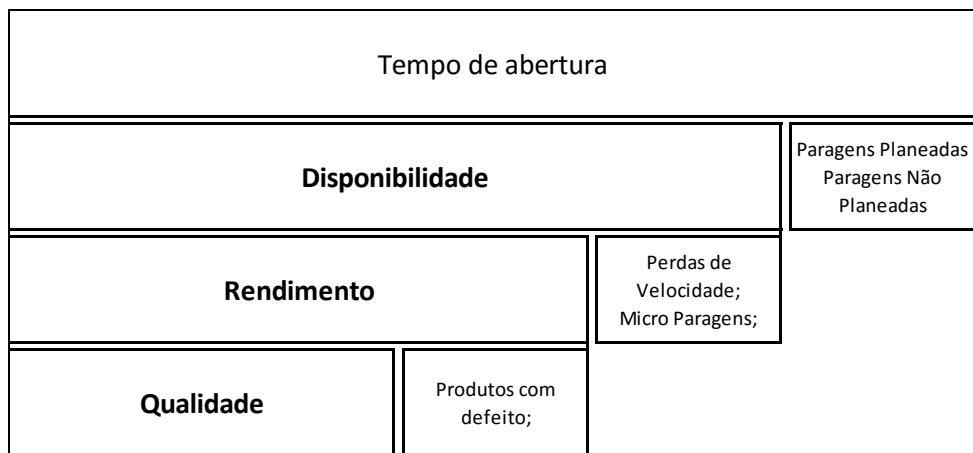


Figura 7 - Componentes do OEE e respetivas perdas associadas

Tendo em conta as componentes do OEE e a sua finalidade, efetuou-se o paralelismo para as Equipas de Manutenção. Enquanto que o OEE é um indicador orientado aos equipamentos, este novo indicador representa uma abordagem diferente, sendo orientado à componente humana da Manutenção, nomeadamente às equipas de Manutenção. Dividiu-se a eficiência destas equipas em 3 componentes:

- Ocupação – Medição da ocupação das equipas face às horas do seu horário de trabalho;
- Rendimento – Comparação do tempo das intervenções das equipas face a um tempo padrão predefinido ou estimado;
- Qualidade – Avaliação da qualidade da intervenção com base na ocorrência ou não ocorrência de reincidências;

Ao indicador resultante da conjugação destas três componentes foi dado o nome de *Overall Maintenance Effectiveness* (OME), representado na Figura 8 e Equação 3.1.

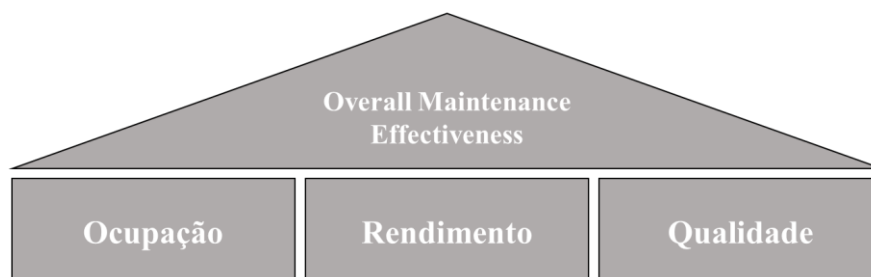


Figura 8 - Componentes do *Overall Maintenance Effectiveness*

$$OME = Ocupação * Rendimento * Qualidade \quad (3.1)$$

Definidas as componentes do indicador, foram definidas as perdas associadas a cada uma na Figura 9.



Figura 9 - Perdas associadas a cada componente do OME

A Figura 10 apresenta o paralelismo de cálculo do OME, face ao cálculo do OEE representado na Figura 7, resultante na Equação 3.1.

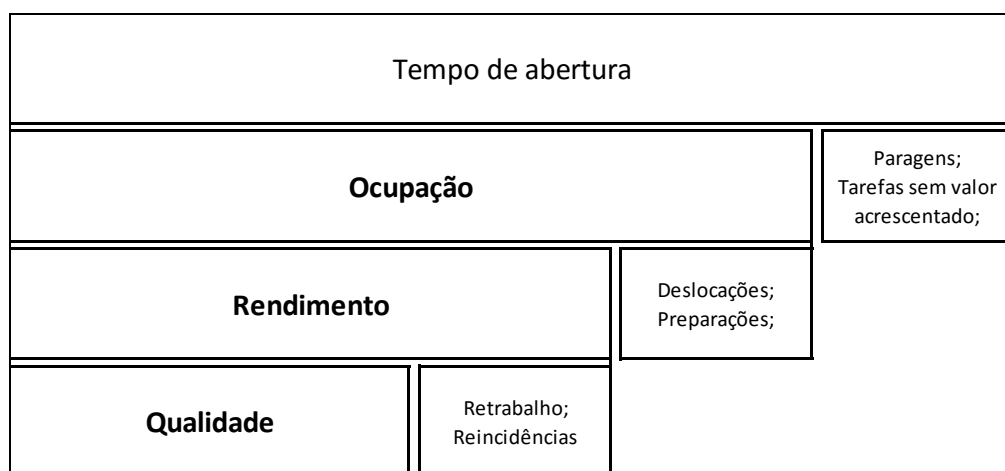


Figura 10 - Componentes do OME e respetivas perdas associadas

Nos Capítulos 3.5, 3.6 e 3.7 é feito um enquadramento em relação a cada componente deste indicador e explicado o seu método de cálculo.

3.3 Modelo de Gestão

Focalizado no *Overall Maintenance Effectiveness*, não só na sua medição, mas também na gestão de equipas de manutenção orientadas à sua melhoria, foi desenvolvido um modelo de gestão com o mesmo nome. Este modelo tem como objetivo orientar a gestão de equipas de manutenção a um *mindset* de eficiência, de forma a dar resposta à forte competitividade operacional (Huang et al. 2003).

Este modelo associa 3 pilares táticos a cada componente do indicador OME. Estes pilares têm como principal objetivo, agrupar um conjunto de ferramentas que, após a implementação, têm impacto na componente a que estão associadas. No entanto, não são exclusivos, ou seja, a aplicação das ferramentas de cada pilar pode trazer melhorias para além da componente a que

está diretamente associada. Na Figura 11 estão representados os diferentes pilares táticos do modelo, por componente do indicador OME.

Ocupação	Plano de Trabalho
	Manutenção Preventiva
	Comunicação eficaz
Rendimento	Pré-diagnóstico
	Manutenção de Proximidade
	Concentração da Variabilidade
Qualidade	Informação Técnica
	Formação
	Resolução Estruturada de Problemas

Figura 11 -Pilares táticos de cada componente do indicador OEE

Adicionalmente, a implementação do modelo visa uma componente basilar que tem como objetivo garantir a viabilidade do modelo e aferir o estado atual das equipas em questão, no que diz respeito à eficiência. Esta base do modelo é denominada como “Avaliação” e é composta por ferramentas de diagnóstico simples e orientadas ao modelo.

Na Figura 12 é apresentada a configuração final do Modelo OME, em que a avaliação constitui a sua base, onde assentam as três componentes do indicador OME: Ocupação, Rendimento e Qualidade. Em cima de cada uma delas, estão representados os pilares táticos correspondentes.

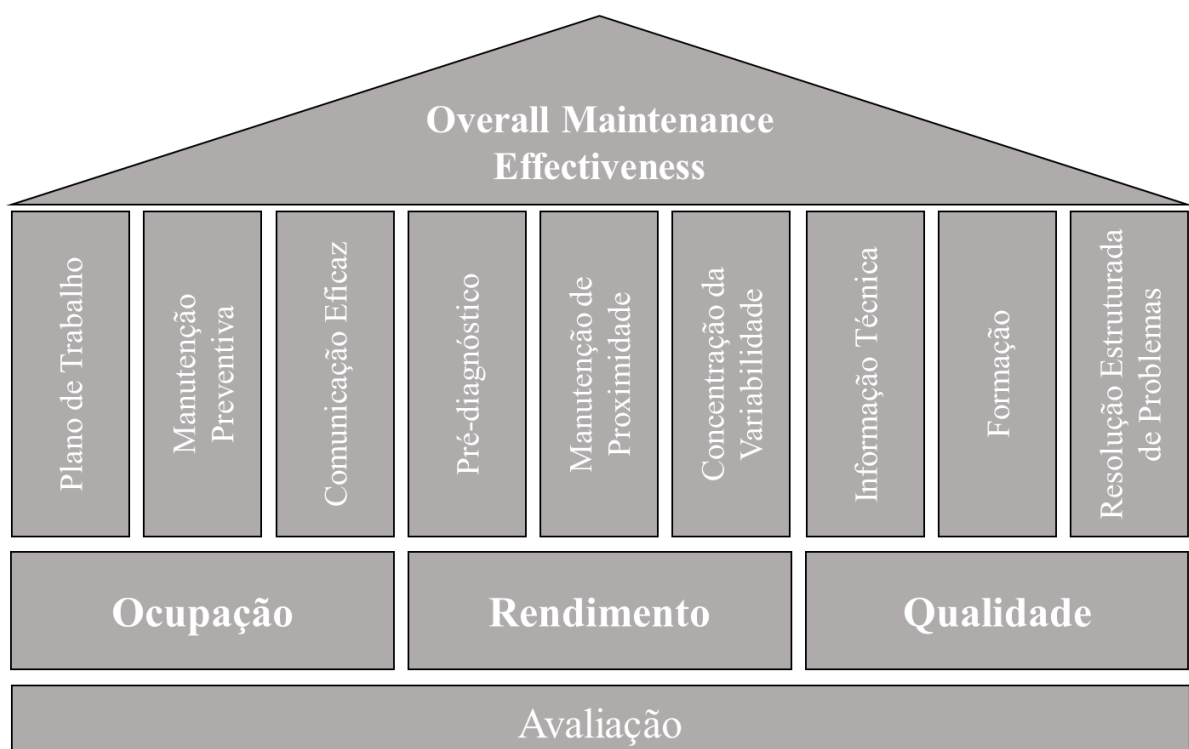


Figura 12 - Modelo OME

Os diversos componentes deste OME, nomeadamente a lógica por detrás de cada um deles e como os calcular são apresentados nos pontos seguintes. Dentro de cada componente, são também detalhados os pilares correspondentes e as ferramentas associadas a cada um.

3.4 Avaliação

O modelo OME desenvolvido requer uma avaliação do estado atual das equipas assim como levantamento de problemas e ineficiências, para garantir a viabilidade de uma implementação sustentada e orientá-la aos aspetos mais impactantes.

Como resultado da avaliação, as fraquezas e ineficiências das equipas são avaliadas e divididas por cada componente do modelo que visa colmatá-las. Com base nesta avaliação, são posteriormente escolhidos os respetivos pilares a implementar.

3.4.1 *Shadowing*

Para compreender realmente a situação atual das equipas e das funções de suporte às mesmas, é necessário ir para o terreno uma vez que é onde as dificuldades se sentem, onde se compreendem os processos e se implementam as melhorias deste modelo. Como tal, é imperativo que as equipas sejam observadas no local de atuação.

O Método de *Shadowing* advém do termo *shadow* (sombra em inglês) e consiste em acompanhar o dia-a-dia de um técnico com o objetivo de categorizar as suas atividades nas seguintes categorias:

- Diagnóstico – Ações realizadas com o intuito de perceber a origem de uma falha num equipamento, assim como a sua possível solução;
- Preparação – Ações realizadas antes ou durante a ocorrência de uma falha, que envolvem preparação de uma peça ou componente para realizar a intervenção;
- Intervenção – Intervenções nos equipamentos, quer sejam intervenções preventivas ou intervenções corretivas;
- Deslocação – Qualquer tipo de movimentação, seja ir buscar peças ao armazém, ferramentas à oficina ou simplesmente no sentido do local de atuação;
- Espera – Períodos de espera por disponibilidade dos equipamentos para intervir ou por validação por parte da produção;
- Retrabalho – Ações retroativas, originadas por má execução da primeira ação;
- Reuniões – Tempo despendido em reuniões ou passagens de turno;

É um método que, à semelhança de outros métodos de observação, quanto maior for o tempo de observação menor será o impacto do fator variabilidade na amostra e mais representativa será a análise. No fim, o output deste método é um *pie-chart* com a distribuição do tempo de trabalho dos técnicos, dividido pelas diferentes categorias, como representado no exemplo da Figura 13.

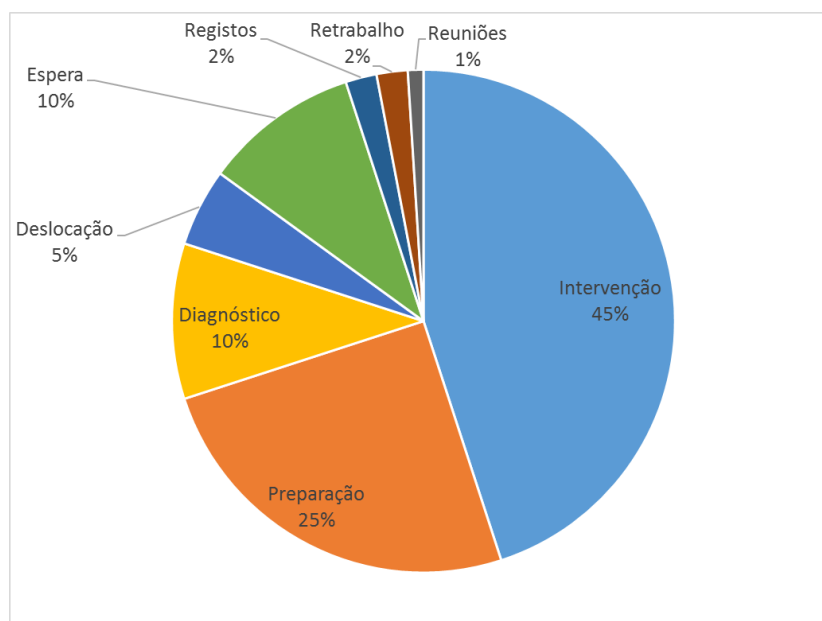


Figura 13 - Exemplo de um *pie-chart* resultante do método *Shadowing*

Através da análise destes resultados é possível tirar ilações acerca do estado da Ocupação das equipas e relacionar as maiores perdas aos pilares do modelo.

Apesar do foco ser maioritariamente a componente da Ocupação, também é uma ferramenta importante na análise dos outros dois componentes - Rendimento e Qualidade - sendo possível retirar conclusões acerca do estado dos mesmos. A Tabela 1 representa algumas conclusões face a possíveis resultados do *Shadowing*.

Tabela 1 - Possíveis conclusões face aos resultados do método *Shadowing*

Resultado	Motivo	Pilares a abordar
Elevada percentagem de Espera	Falta de Planeamento; Falta de Comunicação;	Plano de Trabalho; Comunicação eficaz;
Elevada percentagem de Preparação	Falta de Planeamento; Alta variedade e variabilidade de preparações;	Plano de Trabalho; Concentração da variabilidade;
Elevada percentagem de Diagnóstico	Falta de Informação Técnica; Falta de Formação	Informação Técnica; Formação;
Elevada percentagem de Deslocação	Elevadas distâncias entre informação, componentes, ferramentas e local de atuação;	Manutenção de Proximidade; Pré-Diagnóstico;
Elevada percentagem de Retrabalho	Falta de Formação; Intervenções reincidentes;	Formação; Resolução Estruturada de Problemas;

3.4.2 Entrevistas de Produtividade

Mais do que observar o trabalho e as dificuldades dos técnicos, é importante suscitar o seu espírito crítico em relação às mesmas. Enquadrados com o propósito do modelo, os técnicos

são as pessoas mais indicadas para contribuir para uma boa caracterização da situação inicial, especialmente dos pontos fracos e oportunidades de melhoria.

No âmbito desta base de avaliação, este modelo sugere a realização de “Entrevistas de Produtividade” com o principal objetivo de receber feedback em relação à sua percepção do Rendimento das suas tarefas e possíveis oportunidades de melhoria.

Estas entrevistas consistem numa série de perguntas, preferencialmente divididas por tipo de tarefa, seja de valor acrescentado ou não, com o objetivo de perceber as suas ineficiências. Apesar de só a intervenção representar valor acrescentado, também é importante aumentar o Rendimento de tarefas que não acrescentam valor, pois liberta mais tempos aos técnicos para as intervenções. As perguntas são sempre situacionais, dependendo do foco pretendido e do contexto em que as equipas se inserem.

No fim deste processo de entrevistas aos técnicos, é esperado adquirir uma compreensão do terreno e das suas dificuldades em primeira mão, transcendendo a observação e aprofundando as tensões de cada técnico acerca do seu trabalho. Esta percepção é pertinente neste contexto de avaliação pois é o trabalho desses mesmos técnicos das equipas que este visa melhorar.

3.5 Ocupação

A componente da Ocupação representa um papel fundamental no aumento na produtividade das equipas. Em trabalhos com uma componente estocástica acentuada, como são as intervenções da Manutenção, devido à ocorrência aleatória de falhas de equipamentos, existe um grande fator de variabilidade na carga de trabalho inerente às equipas. Essa variabilidade, associada à incerteza dos momentos de intervenções corretivas e à falta de uma forma sistematizada de comunicar estas variações, torna a garantia de uma taxa de Ocupação constante e elevada um desafio para as equipas.

O fator Ocupação mede a percentagem de tempo que os técnicos da equipa estão efetivamente ocupados com alguma tarefa, em relação ao seu horário de trabalho (tempo de abertura). O objetivo da análise e melhoria desta componente consiste em garantir que os elementos da equipa estão efetivamente ocupados. No entanto, para este modelo, apenas se consideram ocupações válidas as tarefas que representam valor acrescentado, no âmbito das equipas de manutenção. São consideradas atividades de valor acrescentado aquelas pelas quais o cliente está disposto a pagar (Ohno 1978). Neste caso, sendo a Produção o cliente interno da Manutenção, são consideradas atividades de valor acrescentado aquelas cuja Produção valoriza, nomeadamente

Na Tabela 2 estão representados alguns exemplos de tarefas de manutenção, categorizadas por valor acrescentado ou desperdício (tarefas sem valor acrescentado).

Tabela 2 - Valor acrescentado dos diferentes tipos de tarefas de manutenção

Tarefa	Valor acrescentado
Deslocação	✗
Diagnóstico	✗
Espera	✗
Intervenção	✓
Preparação	✗
Reuniões	✗

Como se pode verificar, apenas a intervenção é considerada valor acrescentado, pois é a única tarefa onde o colaborador está a lidar com o equipamento e a alterá-lo, resultando num

acréscimo de valor. No entanto, no decorrer de intervenções, ocorrem deslocamentos e preparações inerentes à tarefa, afetando o seu Rendimento, como descrito no Capítulo 3.6.

A Ocupação é então calculada com base na Equação 3.2.

$$Ocupação = \frac{\Sigma \text{Duração das tarefas de valor acrescentado}}{\text{Tempo de abertura}} \quad (3.2)$$

Para lidar com os obstáculos inerentes à natureza do tipo de trabalho destas equipas, foram definidos 3 pilares fundamentais para a garantia de Ocupação das mesmas. Estes pilares estão representados na Figura 14.

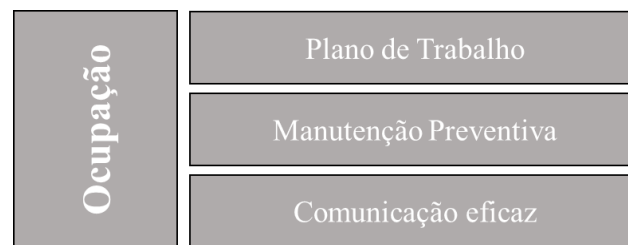


Figura 14 - Pilares táticos da componente da Ocupação do OME

Constata-se que sem método de planeamento normalizado, as equipas incorrem frequentemente num paradigma de planeamento: não planeiam o seu dia de trabalho na certeza de que irão ser chamados a qualquer momento para intervenções de emergência e que, como tal, esse planeamento não irá surtir qualquer efeito.

Como consequência deste paradigma, as equipas, principalmente os técnicos dos turnos, ficam frequentemente sem saber o que fazer, parados à espera de serem requisitados, impactando assim negativamente a Ocupação da equipa e prejudicando a sua eficiência.

Adicionalmente, sem um planeamento aliado a uma comunicação normalizada e sistemática, tanto entre a equipa como com o cliente (Produção), não existe um método que aproveite corretamente as frequentes janelas de oportunidade para intervir nos equipamentos. Este desaproveitamento advém da falta de conhecimento que os mesmos estarão parados (sem produzir), devido a fatores externos à Manutenção, como por exemplo o Plano de Produção ou até mesmo falta de Produto.

3.5.1 Plano de Trabalho

“Planear para concretizar”

Este modelo defende uma definição clara e dinâmica de um plano de trabalho das equipas de manutenção. Este plano deve ser utilizado diariamente na atribuição de carga e definição de prioridades de intervenção. Incutir o hábito do planeamento do trabalho nas equipas representa vantagens a curto e longo prazo pois:

- Facilita a visualização e gestão da carga de trabalho das equipas;
- Reduz a incerteza associada ao decorrer do período de trabalho;
- Facilita a coordenação das equipas com intervenções externas;
- Permite alocar eficazmente as tarefas ao técnico mais apto a realizá-las;

No entanto, a principal vantagem do plano de trabalho advém justamente da garantia de Ocupação dos técnicos, independentemente da ocorrência de falhas urgentes. Caso não ocorram, a equipa cumpre com o plano na íntegra, enquanto que caso ocorram, a equipa prioriza a intervenção urgente até esta estar concluída e de seguida retoma o plano. Neste caso, o que

não foi realizado devido à priorização das emergências fica evidenciado no plano e será replaneado na próxima oportunidade.

Para que esta mentalidade quebre o paradigma de que planejar não surte efeito na eficiência das equipas, este modelo contempla uma ferramenta de Planeamento de Trabalho, designada como *Workload Planner*.

Workload Planner

Esta ferramenta consiste num plano de trabalho dinâmico que dá resposta às seguintes necessidades:

- Permite uma fácil visibilidade da carga de trabalho da equipa e em que estado se encontra cada intervenção:
 - Em curso;
 - Planeada;
 - Pendente;
 - Concluída;
- Permite categorizar as intervenções pendentes pelo motivo pelo qual estão pendentes:
 - Falta de capacidade da equipa;
 - A aguardar chegada de peças necessárias à intervenção;
 - A aguardar paragem dos equipamentos;
 - A aguardar intervenção / auxílio de serviços externos;
 - A aguardar Orçamento;

Consiste por isso num plano de trabalho diário, composto por dois elementos distintos

- Agenda Semanal de Equipa – Agenda do plano de trabalho, com visibilidade para uma semana, com espaço dedicado a cada técnico para fácil visibilidade do trabalho, representado na Figura 15.

TÉCNICO	SEGUNDA	TERÇA	QUARTA	QUINTA	SEXTA	SÁBADO	DOMINGO	CONCLUÍDOS
TÉCNICO 1								
TÉCNICO 2								
TÉCNICO 3								
TÉCNICO 4								
TÉCNICO 5								

Figura 15 - *Workload Planner*: Agenda Semanal de Equipa

- Matriz de Tarefas Pendentes – Como representada na Figura 16, é uma matriz que organiza as tarefas pendentes por motivo de pendência, sendo que a linha de cima se refere às tarefas apenas pendentes de capacidade de resolução por parte da equipa, teoricamente exequíveis assim que possível pela mesma. Os motivos são variáveis e adaptáveis consoante a realidade de cada equipa, sendo os motivos ilustrados na Figura 16 meramente exemplificativos.

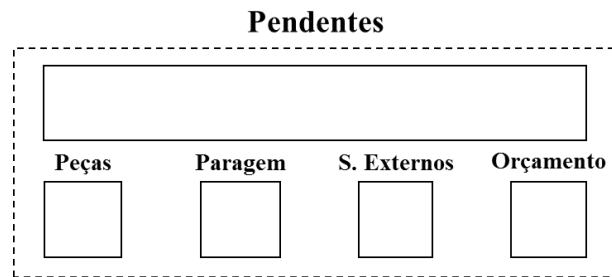


Figura 16 - *Workload Planner*: Matriz de Tarefas Pendentes

3.5.2 Manutenção Preventiva

“Agir por antecipação”

Durante muitos anos, a ausência de uma Sistema de Gestão de Manutenção causou a deterioração dos equipamentos que compõem o conjunto de ativos das organizações, dado que a única manutenção praticada era corretiva – as intervenções da manutenção resumiam-se à reparação de equipamentos que entraram em falha.(Correia 2015). Com o aumento da automação e o consequente aumento de número de falhas, as organizações começaram a perceber que este tipo de atuação, por si, não era satisfatório - era responsável pela ampliação dos efeitos negativos dos *bottlenecks* produtivos e perda de produtividade na produção, o que levava a um decréscimo da qualidade dos produtos, aumentando os custos e reduzindo a competitividade da empresa.

Em adição, este tipo de atuação traz grandes inconvenientes no que diz respeito à eficiência das equipas de manutenção, mais particularmente em relação à Ocupação. Devido à aleatoriedade e variabilidade das manutenções corretivas, estas acarretam um grau de incerteza ao nível da carga de trabalho de uma equipa de manutenção. Fazendo um paralelismo da carga de trabalho da manutenção com a procura de um cliente, a variabilidade desta procura obriga à criação de um stock de segurança que a absorva sem que haja ruturas. No caso da manutenção, esse stock de segurança é representado por um sobredimensionamento das equipas para dar resposta aos picos de trabalho causados pelas manutenções corretivas, como representado na Figura 17.

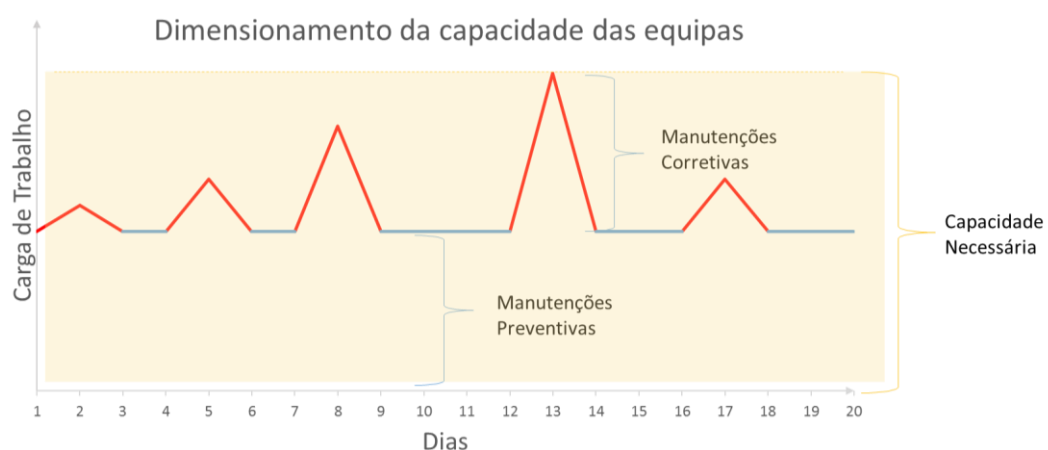


Figura 17 - Dimensionamento da capacidade das equipas face à ocorrência de manutenções corretivas

Este sobredimensionamento resulta obrigatoriamente numa taxa de Ocupação média reduzida, visto que, na ausência dos picos de carga de trabalho, a equipa não tem procura suficiente para ocupar toda a sua capacidade.

Existe ainda um *setup* mental pelo qual um técnico tem de atravessar sempre que alterna entre intervenções, especialmente em fábricas de grande dimensão ou com uma grande diversidade

de equipamentos. Trata-se da preparação psicológica para adequar os seus conhecimentos e análise crítica ao equipamento em que está a intervir. Para além da perda de Rendimento que este *setup* representa, se este ocorrer com frequência é um fator indutor de stress. Este fator mental é acentuado pela ocorrência de manutenções corretivas, dado o cariz urgente da mesma, obrigando o técnico a interromper outra intervenção a que estava dedicado para a solucionar e, após terminar, regressar à intervenção anterior.

A intermitência de intervenções não só aumenta o número de *setups* mentais como também de *setups* de ferramentas. Em situações de intervenções não planeadas, como as corretivas, torna-se impossível prever que ferramentas é preciso ter à disposição para intervir e onde, aumentando a quantidade de preparações efetuadas pelo técnico, preparações essas que não representam valor acrescentado.

Este pilar defende uma cultura de foco na Manutenção Preventiva, um tipo de manutenção mais facilmente planeável, estandardizada e que garante uma carga de trabalho constante, tudo fatores de sucesso para a garantia de ocupações elevadas.

Este foco preventivo também reduz, consequentemente, a ocorrência de falhas nos equipamentos, o que induz um efeito “bola de neve” no rácio Preventivas vs Corretivas das equipas, contribuindo progressivamente para uma estabilização constante da carga e consequente Ocupação das equipas, idealmente atingindo o cenário retratado na Figura 18.

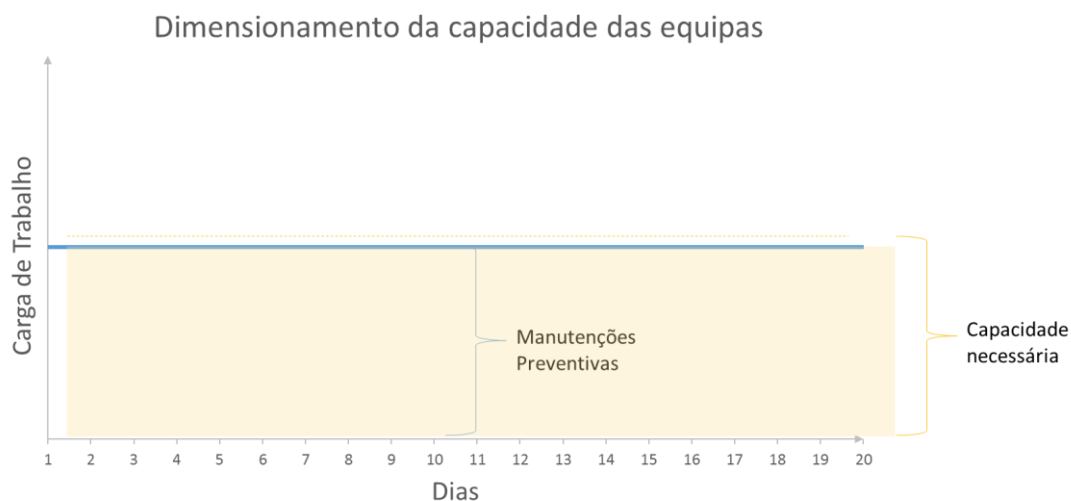


Figura 18 - Dimensionamento da capacidade das equipas face à ausência de manutenções corretivas

Route Planning

Para que o *mindset* da Manutenção Preventiva seja implementado com sucesso, foi desenvolvida uma metodologia de organização, planeamento e estandardização deste tipo de intervenções.

A metodologia chama-se *Route Planning* e consiste em organizar os planos de manutenções preventivas inerentes aos equipamentos por rotinas. Cada rotina será o conjunto de um certo número de tarefas de Manutenção Preventiva, associadas por um ou mais destes critérios, consoante os mais adequados:

- Tarefas no mesmo equipamento;
- Tarefas do mesmo género de intervenção, seja esta uma lubrificação, inspeção ou limpeza;
- Tarefas na mesma linha de produção;
- Tarefas utilizando os mesmos componentes / consumíveis;

Depois de agrupadas, cada rotina terá determinadas características associadas:

- Periodicidade – Só é possível agrupar tarefas com a mesma periodicidade. Estas periodicidades podem ser desde diárias a anuais, dependendo das necessidades;
- Duração – Tempo standardizado da duração da execução das tarefas incluídas na rotina;
- Componentes e consumíveis necessários à sua execução;

Por fim, cada rotina terá o seu próprio roteiro com todas as informações necessárias à sua execução, onde o técnico procederá ao registo da data e assinatura aquando da sua conclusão.

A Figura 19 representa a aplicação deste método de organização aplicado a uma lista genérica de tarefas de manutenção preventiva.

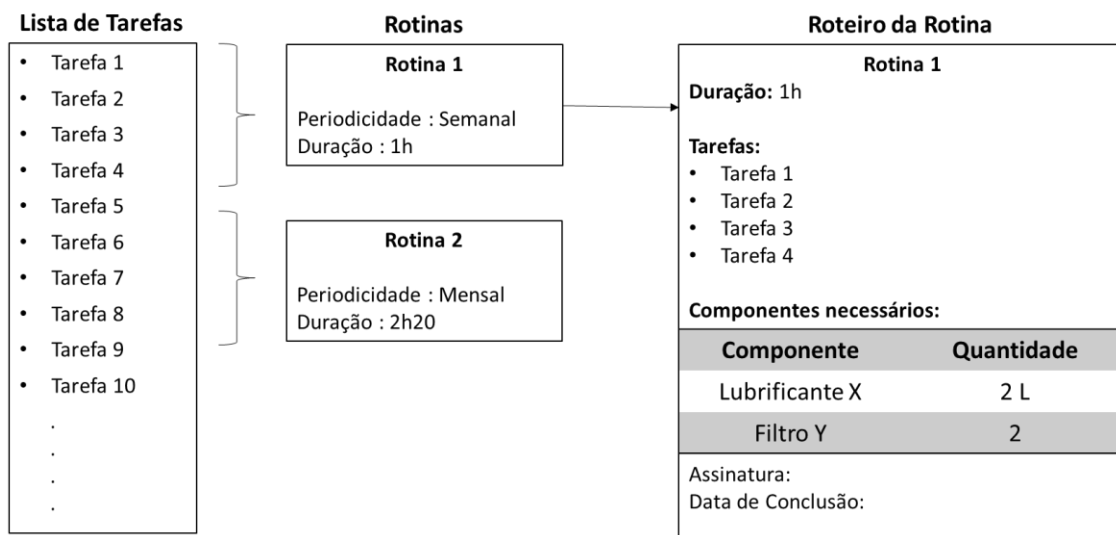


Figura 19 - *Route Planning*: exemplo de aplicação

A principal vantagem deste método sobressai quando conjugado com o pilar do Plano de Trabalho: com o método de *Route Planning*, a standardização dos tempos e rotinas de manutenção preventiva permite alimentar o Plano de Trabalho de forma simples e eficaz, garantindo Ocupação para o tempo total de disponibilidade da equipa. Terá ainda um impacto secundário no Rendimento, pois sabendo a rotina e respetivo roteiro de antemão, o técnico pode preparar-se mais eficazmente para realizar a intervenção, reduzindo assim o tempo da mesma.

3.5.3 Comunicação Eficaz

“Partilhar e analisar informação”

A comunicação é um fator crítico de qualquer organização e funcionamento em equipa. No caso da coordenação de equipas de Manutenção, os meios e momentos de comunicação devem permitir:

- Transmitir informações importantes acerca do período de trabalho passado;
- Comunicar dificuldades passadas ou possíveis dificuldades futuras de intervenção, para consciência da equipa;
- Debater intervenções de maior complexidade e encontrar uma solução conjunta mais adequada;
- Informar acerca de eventos futuros, assim como realçar aspetos pertinentes aos mesmos – nomeadamente intervenções externas ou grandes intervenções planeadas.
- Coordenar o trabalho da equipa com o seu cliente interno, a Produção, mais concretamente com o Plano de Produção e consequente disponibilidade dos equipamentos para intervir;
- Efetuar uma passagem de turno eficaz e normalizada;

O modelo OME considera que devem existir momentos normalizados de comunicação, cada um com os seus intervenientes, agenda e periodicidade definidos.

Meeting Cascade

Para garantir uma comunicação eficaz e que satisfaça os requisitos referidos como essências para este tipo de equipas, o modelo OME contempla uma ferramenta que consiste num encadeamento lógico de momentos normalizados de comunicação, que seguem uma lógica *pull*. Esta ferramenta designa-se por *Meeting Cascade* e está representado na Figura 20.

<i>Meeting Cascade</i>					
Diretor de Manutenção					Reunião de Análise de Indicadores Mensais, Resolução Estruturada de Problemas e Planeamento Macro
Planeamento / Aprovisionamento					
Engenharia de Manutenção				Reunião de Análise de Indicadores e Seguimento de Ações de Melhoria	
Equipas de Manutenção	Reunião de Análise do Dia Anterior e Definição de Prioridades de Intervenção	Reunião Tática de Planeamento do Trabalho	Reunião de Planeamento do Trabalho e Passagem de turno		
Cliente Interno (Produção)					

Legenda
Diária
Semanal
Mensal

Figura 20 - *Meeting Cascade*

Tratando-se de um sistema *pull* de comunicação, tudo começa na origem da necessidade, ou seja, no cliente final. Sendo a Produção o cliente interno da Manutenção, este modelo defende a realização de uma reunião diária entre as duas equipas, possivelmente representadas pelos seus responsáveis. Esta reunião tem dois objetivos principais:

- Analisar as perdas de disponibilidade por avaria de equipamentos do dia anterior;
- Definir prioridades de intervenção para o dia atual – estas prioridades devem ser definidas tendo em conta o Plano de Produção e a disponibilidade dos equipamentos para serem intervencionados;

Esta reunião é o momento indicado para esclarecer alguma dúvida relativa a intervenções solicitadas à Manutenção, que necessitem de uma explicação mais detalhada ou um esclarecimento do propósito. De seguida, realiza-se a reunião diária da equipa de Manutenção, já com a informação e decisões tomadas provenientes da reunião com a Produção. Nesta reunião, são adereçados os seguintes pontos:

- Análise do dia anterior – cumprimento do Plano de Trabalho, motivos de desvio ao plano e principais ocorrências;
- Planeamento do Trabalho – recorrendo à ferramenta *Workload Planner* (3.5.1) do pilar do Plano de Trabalho

Ainda no contexto das reuniões diárias, existe mais um tipo de reunião, a reunião de passagem de turno, que ocorre sempre que há uma troca de turnos por parte de elementos das equipas. Nesta reunião, os técnicos do turno que termina informam os técnicos do turno que inicia acerca

das principais ocorrências do turno anterior e trabalhos pendentes que necessitem de ser realizados.

Com uma periodicidade maior, esta solução contempla uma reunião semanal, alimentada pelas reuniões diárias, e que tem como principal finalidade a análise de indicadores semanais, especialmente do OME da equipa, mas também do cumprimento da Manutenção Preventiva, OEE, *Pareto* de Avarias, entre outros, dependendo do contexto de cada equipa.

Esta reunião envolve a equipa de Engenharia de Manutenção, entidade que utiliza conhecimentos de engenharia para dar suporte as equipas do terreno (equipas naturais), para que esta possa dar *feedback* às equipas acerca do estado dos problemas mais técnicos à sua responsabilidade

Finalmente, e com periodicidade mensal, existe uma reunião que reúne os responsáveis das equipas com o Diretor de Manutenção, assim como os responsáveis pelo Aprovisionamento, Planeamento e atividades mais ligadas à gestão, como o *Controlling* de Manutenção.

Esta reunião, de cariz mais global, visa analisar o desempenho das equipas de uma perspetiva mais macro e enquadra-la com o desempenho dos equipamentos (OEE) no último mês. Neste momento de comunicação, debate-se também, em maior detalhe, os problemas mais complexos a cargo da Engenharia de Manutenção. Por fim, delineia-se um planeamento macro para o mês que se segue, com especial atenção a eventos importantes a decorrer durante esse período e pormenores de utilidade para as equipas.

Toda esta estrutura permite um fluxo de informação normalizada, que nasce na necessidade do cliente e vai sendo transmitida sucessivamente através das equipas de manutenção até ao diretor da Manutenção. É uma estrutura que visa desde aspetos de planeamento, desde coordenação entre Produção e Manutenção, até aspetos de análise de resultados e indicadores, através da análise do dia anterior e de análises semanais e mensais. Tudo isto permite uma comunicação fluente e orientada aos objetivos operacionais, especialmente à eficiência das equipas.

3.6 Rendimento

Por norma, Rendimento define-se como uma proporção entre o resultado obtido e os meios utilizados para o obter, ou seja, compara o que se investe com o retorno que se obtém como consequência. No OEE, o Rendimento é calculado através da comparação da produção durante o tempo disponível face à capacidade de produção teórica correspondente a esse intervalo de tempo. No caso do modelo OME desenvolvido, este é calculado entre o tempo que a intervenção demorou em relação ao tempo que teoricamente demoraria. Apenas as intervenções de valor acrescentado são consideradas para efeitos de Rendimento.

No entanto, a manutenção possui tipos de intervenção que não são standardizadas e como tal, é necessário dividir o cálculo do Rendimento entre as standardizadas e não standardizadas.

Como intervenções standardizadas, temos apenas as Manutenções Preventivas. São intervenções cujo tempo estimado já é conhecido *a priori*, assim como os componentes e método de atuação. Neste caso, o Rendimento é dado pela comparação direta entre o tempo real da intervenção e o tempo *standard*, como representado na Equação 3.3.

$$\text{Rendimento} = \frac{\sum \text{Tempo das intervenções}}{\sum \text{Standard do tempo das intervenções}} \quad (3.3)$$

Por sua vez, as restantes atividades de Manutenção, mais concretamente as Manutenções Corretivas e até as Ações de Melhoria, não são standardizáveis e como tal o Rendimento tem de ser calculado de forma distinta. Para estes casos, o tempo teórico é estimado com base no

histórico de intervenções, correspondendo a uma média móvel dos últimos meses desse tipo de intervenções, sendo o número de meses definido conforme a empresa onde é aplicado o modelo. Dependendo do sistema de informação implementado, é possível obter uma estimativa ao equipamento ou mais refinada, ao componente ou à causa por equipamento. O cálculo do Rendimento deste tipo de intervenções é expresso pela Equação 3.4.

$$\text{Rendimento} = \frac{\sum \text{Tempo das intervenções}}{\sum \text{Estimativas do tempo das intervenções}} \quad (3.4)$$

O modelo OME desenvolvido designa 3 pilares, representados na Figura 21, como principais responsáveis por assegurar um Rendimento elevado e sustentável.

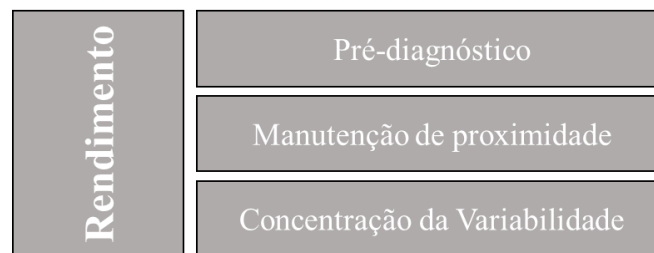


Figura 21 - Pilares táticos da componente do Rendimento do OME

O pré-diagnóstico visa estruturar a forma de diagnóstico de problemas e das suas causas, assim como passar algum desse conhecimento para a Produção, libertando a Manutenção para tarefas de maior valor acrescentado.

A manutenção de proximidade tem como principal objetivo aproximar todos os componentes, ferramentas e informações técnicas do seu ponto de utilização, com a finalidade de reduzir ou até mesmo eliminar as deslocações da manutenção que não acrescentam valor – as deslocações no sentido contrário ao local da intervenção.

A concentração de variabilidade foca-se na criação de fluxo na entrega dos serviços à produção, centrando todas as tarefas externas ou indutoras de variabilidade numa determinada equipa / posição, permitindo a especialização dos técnicos e aumento de Rendimento.

3.6.1 Pré-diagnóstico

“Diagnosticar e despistar com o auxílio da Produção”

O ato de diagnosticar é vulgarmente associado à área da Medicina como sendo o processo de identificar ou determinar a causa de uma doença ou lesão através da examinação do paciente conjugada com a consulta do seu histórico. No caso da Manutenção, o diagnóstico de uma falha corresponde à identificação da causa de uma falha num determinado equipamento (Chen et al. 2004).

Na ocorrência de falhas nos equipamentos, principalmente em equipamentos de grande dimensão ou complexidade, o diagnóstico é um processo fundamental para a resolução rápida e eficaz do problema. Na maioria dos casos, este é um processo não-normalizado, muito dependente do técnico que o executa e por isso muito sujeito a variabilidade e ineficiências.

Adicionalmente, quando a instalação industrial é de grandes dimensões e o simples ato de observar a máquina em falha implica uma deslocação considerável, esta deslocação tem um impacto negativo acrescido no Rendimento dessa intervenção.

O Modelo OME desenvolvido defende que existe uma vantagem considerável em normalizar parte de processo de Diagnóstico e de passar parte dessa função para a Produção. Esta vantagem traduz-se na combinação dos seguintes fatores:

- A Produção está mais próxima do equipamento, eliminando as deslocamentos necessárias para o efetuar;
- A Produção manuseia os equipamentos constantemente, possuindo mais sensibilidade para detetar falhas, muitas das vezes até preventivamente, reduzindo assim a ocorrência de futuras falhas;
- A Normalização do Diagnóstico elimina a variabilidade inerente à diferença de conhecimentos e capacidades de quem diagnostica;
- Ao confiar parte do Processo à Produção, liberta-se mais tempo à Manutenção para efetuar tarefas de maior valor acrescentado, sendo apenas requisitados quando o diagnóstico efetuado pela Produção não foi conclusivo;

Assim sendo, e retomando a analogia da área da Medicina, pode-se entender a Produção como os “enfermeiros” dos equipamentos, mais presentes no terreno e que, com a devida formação, possuem capacidades de diagnóstico básicas. A Manutenção, por sua vez, são os “médicos” para quem os pacientes triados e pré-diagnosticados pelos enfermeiros são reencaminhados. Este modelo baseia-se nesta comparação e defende um método denominado por *Screening Flow*, que visa estabelecer uma interajuda semelhante.

Screening Flow

Esta metodologia desenvolvida é inspirada no Método de Triagem de Manchester (Filho 2013). Embora este método seja utilizado na área médica para fazer uma triagem de prioridades, e não um diagnóstico, segue uma metodologia objetiva e simplificada que foi replicada para este método. O método de Triagem de Manchester consiste em identificar a queixa inicial e seguir o respetivo fluxograma de decisão. O fluxograma contém várias questões a serem colocadas pela ordem apresentada e tem como objetivo determinar uma prioridade clínica (Silva 2009).

Esta metodologia foi desenvolvida para contemplar a mesma abordagem: A produção é munida de um conjunto de fluxogramas, cada um correspondente a uma possível “queixa inicial” do equipamento. Sempre que uma delas ocorre, a Produção segue o fluxograma com o objetivo de tentar resolver o problema autonomamente, através das instruções lá contidas, ou até chegar à situação em que o resultado do pré-diagnóstico é a chamada obrigatória da Manutenção.

Na Figura 22 está representado o exemplo de um *Screening Flow* ilustrativo de uma possível “queixa”.



Figura 22 - Screening Flow: exemplo de aplicação

Quando o *Screening Flow* recai sobre a decisão de chamar a Manutenção para intervir, este já representa uma despistagem inicial sobre as possíveis causas do problema. Esta despistagem é realizada através do registo do percurso do fluxograma por parte da Produção e vem agregado ao fluxograma, como representado na Figura 23.

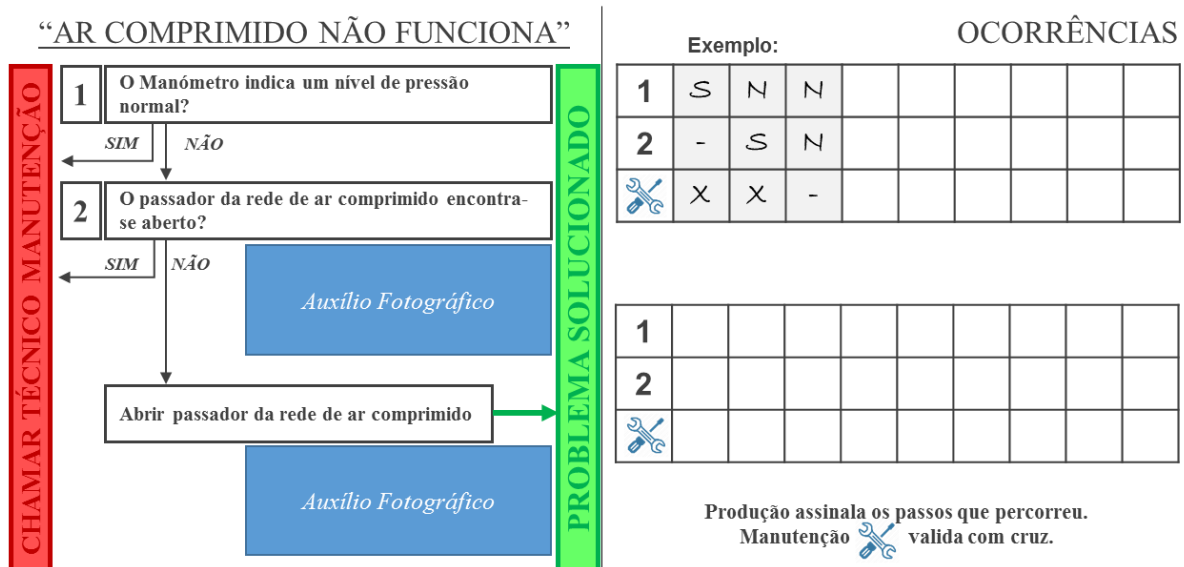


Figura 23 - Screening Flow: exemplo de aplicação com registo de percurso

No caso oposto, em que o resultado final recai sobre o “problema solucionado”, a Manutenção nem sequer foi chamada, eliminando por completo tanto a deslocação ao local da ocorrência como o diagnóstico da falha. Estes casos resultam na libertação de recursos da Manutenção para a realização de tarefas de maior valor acrescentado – intervenções mais complexas.

Este método representa uma forma simples e visual de estruturar a despistagem e diagnóstico de causas, assim como de transferir algum conhecimento técnico básico às equipas de Produção, traduzindo-se em intervenções mais eficientes e libertação de recursos para tarefas de maior valor acrescentado. Este método deve ser encarado como uma ferramenta dinâmica, na medida em que os *Screening Flows*, após servirem o seu propósito de formação e sensibilização, devem

ser substituídos pelos novos problemas recorrentes. É por isso uma ferramenta de utilização contínua e flexível, de acordo com o cenário que as equipas enfrentam a cada momento.

3.6.2 Manutenção de Proximidade

“Aproximar a Manutenção do ponto de atuação”

Um dos principais desperdícios da manutenção é a deslocação. Existem diversos tipos de deslocação inerentes aos trabalhos das equipas de manutenção:

- Deslocação para obtenção de peças / consumíveis;
- Deslocação para obtenção de ferramentas;
- Deslocação para consulta de informação técnica;

Com o acumular destas deslocações a posto de manutenção dedicados a conter estes componentes, o impacto torna-se considerável e discutivelmente o maior fator de mau Rendimento das equipas. A Figura 24 representa a quantidade de movimentos efetuados por um técnico para efetuar 3 intervenções em equipamentos distintos, num layout exemplificativo.

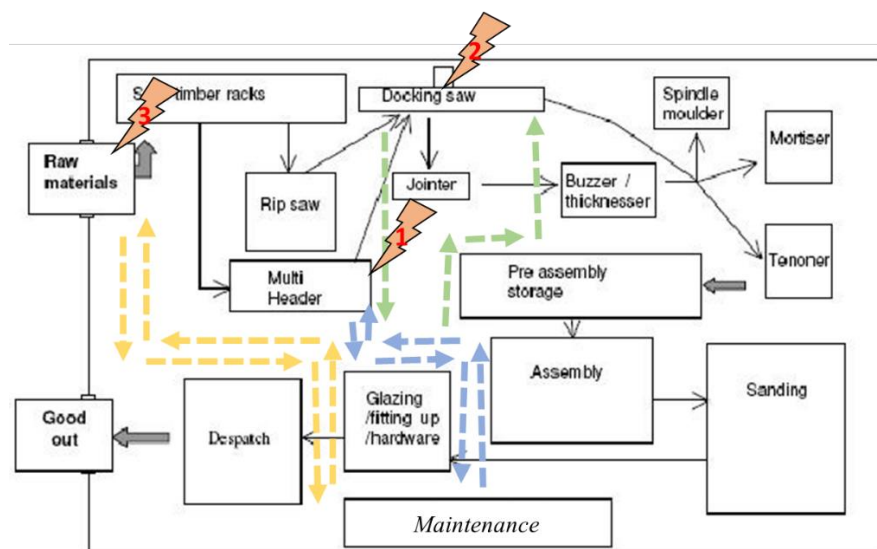


Figura 24 – Exemplo de deslocações habituais das equipas no terreno

Todas estas deslocações refletem-se diretamente no Rendimento, seja de tarefas com ou sem valor acrescentado. Para reduzir estas deslocações, este modelo desenvolvido defende uma abordagem de manutenção de proximidade, que visa colocar todos os componentes e informação o mais próximo possível do ponto de atuação / utilização. Este modelo OME recorre a uma ferramenta denominada de *First Aid Kits*, desenvolvida para implementar esta visão de proximidade.

First Aid Kits

Esta ferramenta desenvolvida encara cada equipamento como um “paciente” da Manutenção, em que cada intervenção é uma emergência. Nesse sentido, e com objetivo de reduzir deslocações e aproximar a Manutenção do seu ponto de atuação, esta ferramenta consiste em munir as áreas de produção com kits de emergência por zona ou, idealmente, por equipamento, semelhante aos kits de primeiros socorros.

Cada *Kit* contém as ferramentas, consumíveis e informação técnica mais utilizados para cada zona / equipamento, permitindo às equipas ter tudo à disposição sem terem de se deslocar da máquina. O mesmo cenário da Figura 24 é retratado na Figura 25, desta vez com a presença dos *First Aid Kits*.

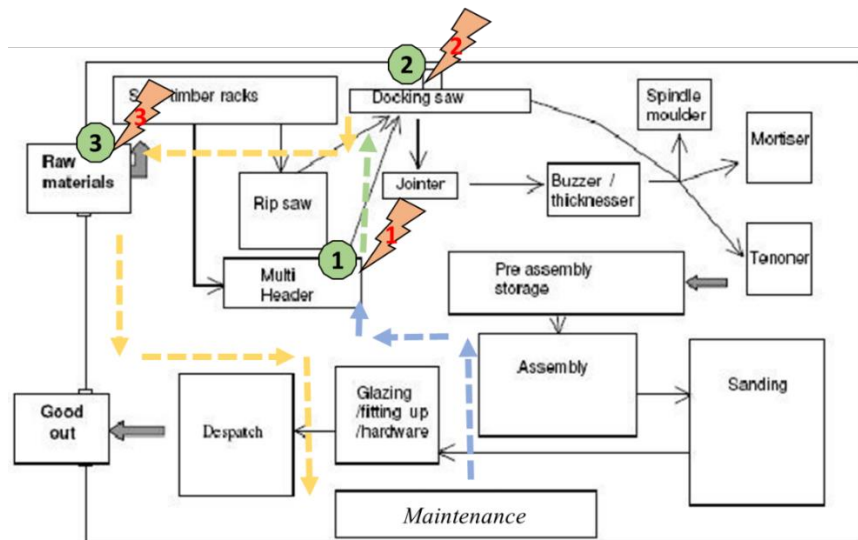


Figura 25 - *First Aid Kits*: exemplo de deslocamentos das equipas no terreno

Como se pode observar pela Figura 25, onde os pontos verdes correspondem aos *First Aid Kits*, a quantidade de movimentos é drasticamente reduzida, aumentando assim o Rendimento das intervenções.

Para que esta ferramenta seja sustentável, é necessário definir um método de verificação e reposição dos níveis de stock dos consumíveis, conforme vão sendo consumidos. Esta ferramenta contempla uma rotina com uma periodicidade definida, realizada por um técnico ou pelo líder que equipa, que consiste numa ronda de verificação dos níveis de stock dos *kits* e reposição de componentes necessários. Esta rotina pode ainda contemplar verificação do estado das ferramentas do *kit*.

Estes *First Aid Kits* representam uma forma prática e sustentada de aproximar a manutenção do seu ponto de deslocação, reduzindo, e na maioria dos casos anulando, as deslocações no sentido oposto à intervenção. Como tal, com a sua redução, para além de aumentar o Rendimento das tarefas de valor acrescentado, reduz o tempo das tarefas som valor acrescentado, aumentando assim a Ocupação das equipas.

3.6.3 Concentração da variabilidade

“Filtrar a variabilidade das equipas naturais”

A variabilidade tem um impacto devastador no fluxo de trabalho contínuo e cadência resultante de um sistema. Um dos princípios para o combate a esta variabilidade é a sincronização e alinhamento entre todos os passos de um processo produtivo, para que haja o mínimo de tempo de espera possível entre pessoas ou máquinas (Tommelein, Riley, and Greg 1998).

Tomando as intervenções como o processo produtivo da Manutenção, pode-se dizer que há vantagem em criar fluxo de intervenções para que a produção (cliente da Manutenção) aguarde o mínimo de tempo possível pela conclusão das tarefas.

Assim sendo, este pilar defende a criação de fluxo nas intervenções, filtrando as atividades externas (que podem ser realizadas fora da intervenção) e concentrando-as num posto específico, através de um método desenvolvido e denominado como *Mura Station*.

Mura Station

Mura é o termo japonês para irregularidade e é referido em diversas metodologias *lean* como um tipo de desperdício. O conceito desta ferramenta desenvolvida, denominada por *mura station*, é a remoção de tarefas de variabilidade acrescida das equipas de manutenção, através

da criação de um ponto de concentração de variabilidade. Verifica-se que as tarefas que induzem mais irregularidade (variabilidade) às equipas de Manutenção são as tarefas de preparação. Embora não sejam tarefas de valor acrescentado, são muitas vezes executadas na sequência de uma intervenção de valor. No entanto, apesar de estarem agregadas às intervenções, a maioria das preparações representam tarefas externas à intervenção, podendo por isso ser realizadas fora do momento de intervenção.

Este método toma partido do facto destas tarefas de preparação, indutoras de variabilidade, serem tarefas externas e visa focaliza-las numa oficina dedicada a preparações – *Mura Station*.

A Figura 26 representa uma distribuição de tarefas convencional, sem a aplicação desta ferramenta.

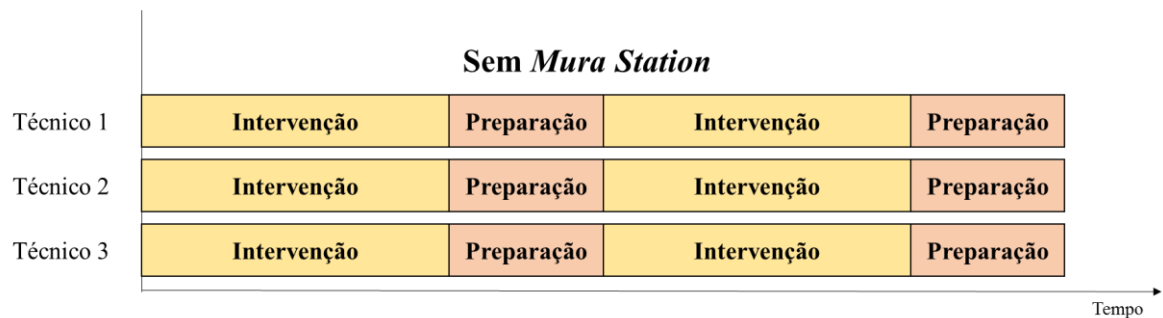


Figura 26 - *Mura Station* – exemplo de distribuição de tarefas convencional

A Figura 27 representa a mesma equipa de 3 técnicos, desta vez com o técnico 3 alocado à função da oficina, representando por isso a *Mura Station*.

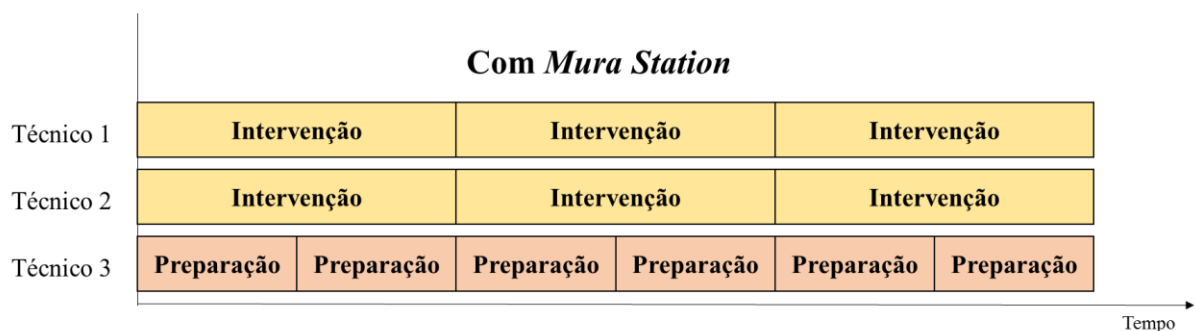


Figura 27 - *Mura Station* – exemplo de distribuição de tarefas com *Mura Station*

Esta *Mura Station* representa três principais vantagens:

- Filtra tarefas de variabilidade do dia-a-dia da Manutenção, aumentando consequentemente o seu Rendimento;
- Concentra um tipo de tarefa que é externa às intervenções, aumentando o fluxo das mesmas e, com ele, o fluxo da entrega de serviços à Produção;
- Permite uma especialização do recurso alocado à variabilidade, aumentando o seu Rendimento em tarefas de preparação;

Com este método de concentração do *Mura*, redução da variabilidade das intervenções, aumento do fluxo de entrega e especialização dos técnicos, visa-se reduzir o Rendimento global da equipa, quer a curto quer a longo prazo.

3.7 Qualidade

No ambiente empresarial atual, altamente competitivo, a Manutenção, a Qualidade e a produtividade são componentes essencialmente relacionados e fatores muito importantes para

um sistema de produção mais moderno, económico e rentável (Maletic, Maletic, and Gomiscek 2013). Uma melhoria na Qualidade, através do auxílio da Manutenção, significa eliminação de desperdícios, como sucata ou retrabalho, aumentando a produtividade e conduzindo a uma redução de custos (Ben-Daya and Duffuaa 1995).

A ISO 8402-1986 define Qualidade como “a totalidade das funcionalidades e características de um produto ou serviço que contem a habilidade de satisfazer necessidades expressas ou implícitas”. Se a Produção é o cliente da Manutenção, esta é que afere o trabalho da Manutenção bem como a sua Qualidade, de acordo com a satisfação das suas necessidades. No entanto, o processo de obtenção de feedback da Produção face à Qualidade das intervenções da Manutenção é um assunto subjetivo e específico de cada ocorrência. Até as estratégias de organização modernas da Manutenção, como é o caso do TPM (*Total Productive Maintenance*), não possuem nenhuma técnica ou fermenta que dê este tipo de voz ao cliente no terreno (Pramod et al. 2006).

Assim sendo, para o modelo OME, Qualidade foi definido com base no feedback mais claro acerca das intervenções dos técnicos – as reincidências. Pressupõe-se que quanto existe uma reincidência de determinada intervenção, ou seja, quando existe uma outra intervenção no mesmo equipamento derivado do mesmo problema, a intervenção anterior não teve qualidade. Só se considera reincidência se ambas as intervenções tiverem um intervalo máximo de tempo, definido pela organização, de acordo com as suas exigências de qualidade. Quanto maior for o intervalo de consideração de reincidências, maior é a exigência.

Dependendo da organização, o critério de determinação de reincidências pode ser refinado tanto mais quanto maior for o detalhe do registo das avarias. Se as avarias forem registadas ao equipamento, apenas se pode ter isso em conta, mas se, por exemplo, forem registadas ao componente de cada equipamento, apenas as avarias verificadas no mesmo componente se qualificam como reincidências.

No entanto, este método apenas contempla as intervenções corretivas, pois não se verificam reincidências no que diz respeito a manutenção preventivas. Nestes casos, por falta de um meio simples e normalizado para nos indicar a Qualidade deste tipo de intervenções, assume-se qualidade em todo o tipo de intervenções preventivas.

O cálculo da componente de Qualidade está demonstrado na Equação 3.5.

$$Qualidade = \frac{\Sigma \text{Tempo das intervenções com qualidade}}{\Sigma \text{Tempo de todas as intervenções}} \quad (3.5)$$

Para aumentar a Qualidade, é necessário garantir que a intervenção não só resolve o problema como também descobre e lida com a sua causa. Só eliminando a causa do problema se garante que não ocorrem reincidências. Para que a causa dos problemas seja evidenciada e corrigida mais facilmente, o modelo OME defende 3 pilares fundamentais, representados na Figura 28.

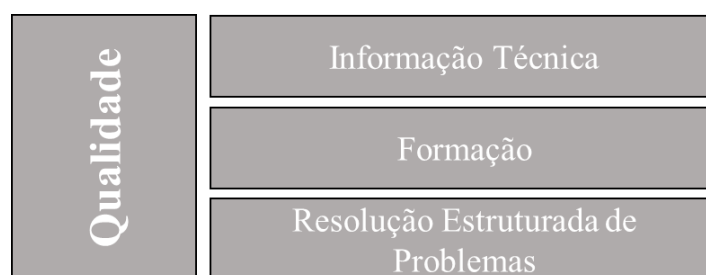


Figura 28 - Pilares táticos da componente da Qualidade do OME

Esta divisão dos 3 pilares foca 3 aspetos importantes a ter em conta no que diz respeito à Qualidade das intervenções:

- Conhecimento – expresso sob a forma de informação técnica do equipamento, dos componentes e do seu funcionamento;
- Experiência – Representado pela vertente da formação, quer em aspetos técnicos, quer em aspetos comportamentais ou de mentalidade;
- Metodologia – Metodologia de análise de problemas, organização do raciocínio e resolução de problemas, tudo de forma estruturada.

3.7.1 Informação Técnica

“Acesso rápido e preciso à informação necessária”

A informação técnica, especialmente em fábricas com uma grande diversidade de equipamentos e componentes, é um fator essencial no complemento do conhecimento das equipas de Manutenção. Esta informação é, frequentemente, o fator diferenciador entre uma intervenção com ou sem Qualidade, na medida em que fornece uma compreensão mais aprofundada que o conhecimento adquirido das equipas. No então, excesso de informação ou informação de má Qualidade pode ter um impacto igualmente negativo.

Assim sendo, este modelo visa adereçar a influência da quantidade e qualidade da informação na performance e Qualidade do trabalho das equipas de Manutenção. Tomando o exemplo de um computador desenhado para interpretar problemas e apresentar soluções computacionais, tanto em tarefas de perceção como de ação, a sua eficiência é tanto maior quanto mais a informação recebida se aproximar da “informação mínima necessária” para solucionar o problema. Este paralelismo da quantidade de informação e a sua influência na performance de resolução de problemas também pode ser estabelecido para atividades realizadas por pessoas (Abernethy 1993). Para garantir que a informação presente contém a informação mínima necessária, sem excessos nem defeitos, foi desenvolvida uma ferramenta denominada *Machine Pyramid*.

Machine Pyramid

Num dos clássicos da história da Psicologia, Maslow (1943) realizou um estudo em que descreve um padrão nas motivações humanas e divide-as numa pirâmide com 5 patamares, representada na Figura 29.

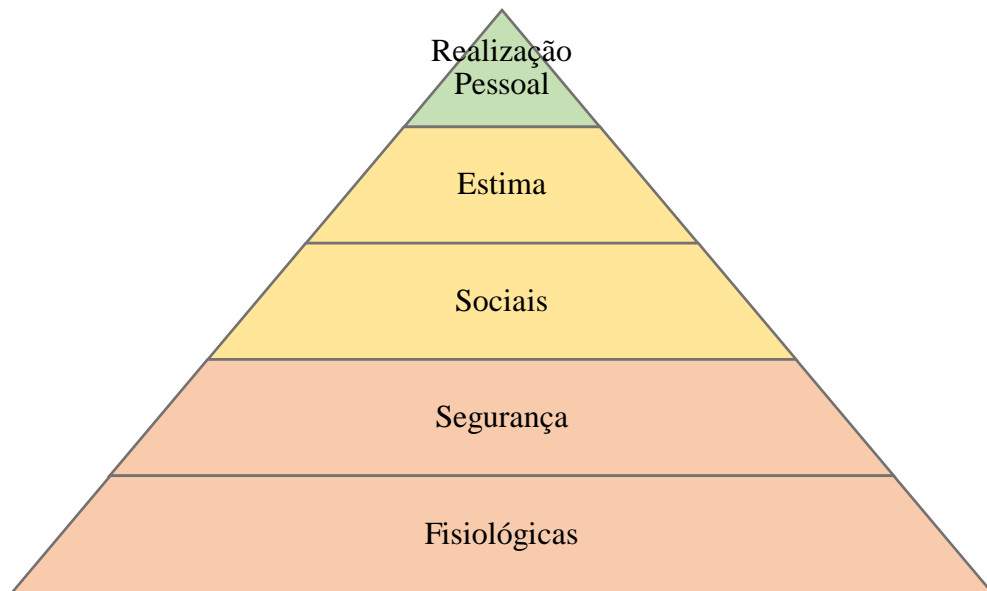


Figura 29 - Pirâmide de *Maslow*
Fonte: Maslow (1943)

Este defende que a motivação humana procura sempre garantir o patamar inferior antes de ambicionar o próximo, mas assim que este esteja estabelecido, o ser humano deseja sempre o patamar seguinte.

Numa analogia a esta metodologia de hierarquização das necessidades e motivações humanas, o método *Machine Pyramid* visa estabelecer uma pirâmide semelhante à de *Maslow*, no que diz respeito aos vários patamares de informação técnica que cada equipamento devia possuir. Estes patamares estão representados na Figura 30.

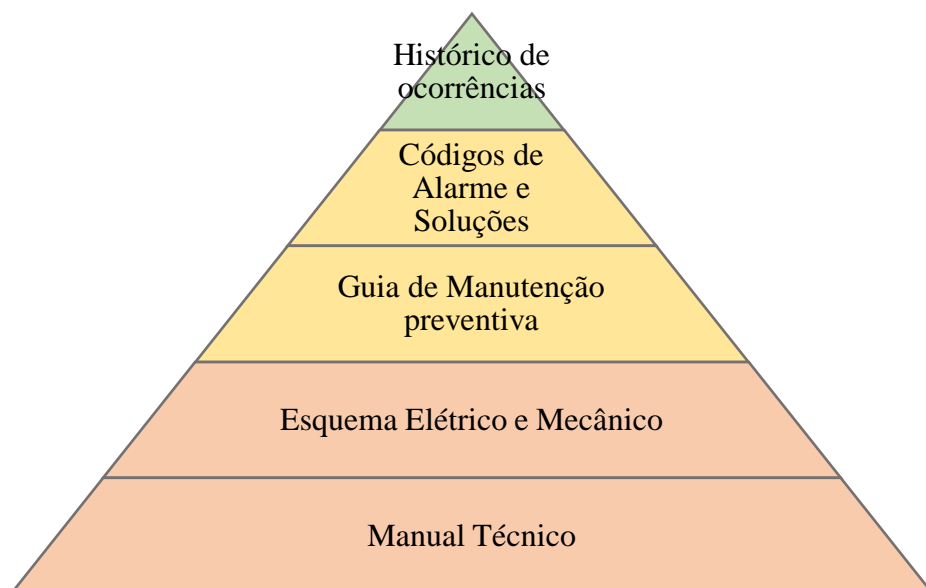


Figura 30 - *Machine Pyramid*

Na base, e como informação fundamental, este método contempla o manual e os esquemas do equipamento, fundamentais a qualquer intervenção mais técnica ou mais complexa. Sem eles, não é possível compreender o funcionamento do equipamento. De seguida, a *Machine Pyramid* contempla como patamares intermédios as instruções de Manutenção corretiva e os códigos de alarme dos equipamentos, com as respetivas soluções associadas. Estes tipos de informação técnica não são essenciais, mas acrescentam imenso valor, tanto às manutenções preventivas como corretivas, respetivamente, aumentando assim a Qualidade e o Rendimento das mesmas.

Por fim, e como último patamar, este método considera o histórico de ocorrências por equipamento. Este tipo de informação acrescenta a componente de análise de historial e até possibilidades preditivas, numa análise mais cuidada, ao leque de informações técnicas de uma equipa. Trata-se do último patamar pois requer uma equipa com uma maturidade maior, já possuindo as restantes informações todas de forma estruturada.

No seu conjunto, todos estes patamares visam constituir o mínimo de informação necessária para resolver a grande maioria das ocorrências no equipamento correspondente. Devidamente estruturada, este conjunto de informações aumenta a Qualidade das intervenções, reduzindo as reincidências através da disponibilização de mais e melhores meios de deteção e combate das suas causas.

3.7.2 Formação

“Preservação, aumento e difusão do conhecimento das equipas”

Através da experiência, adquirem-se conhecimentos que em caso contrário demorariam mais a interiorizar. Numa equipa polivalente sem trabalhos standardizados, é natural que cada elemento adquira mais proficiência em assuntos distintos, criando uma discrepância de níveis de conhecimento entre a equipa, como representado na Figura 31.

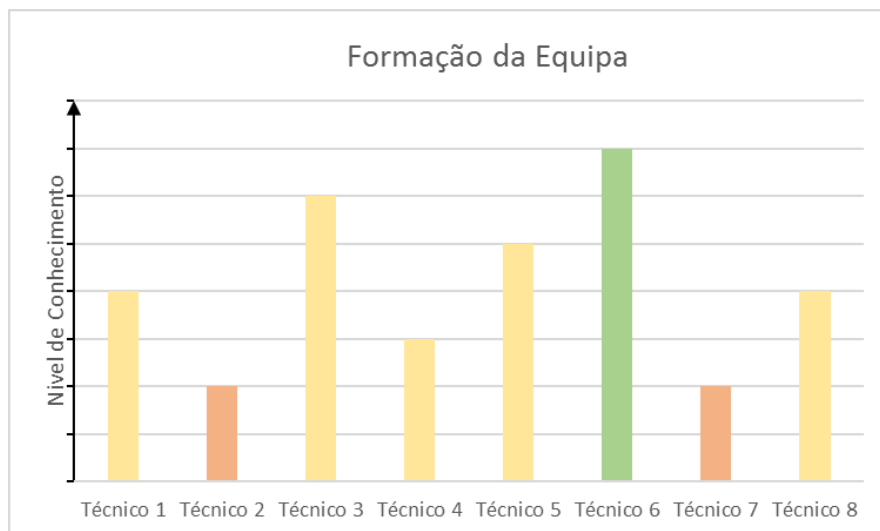


Figura 31 - Exemplo de uma distribuição natural de conhecimento dentro de uma equipa de manutenção

O objetivo da formação é a preservação e difusão do conhecimento da equipa através da partilha do mesmo em momentos de formação. Se o melhor técnico deste exemplo, o técnico 6, formar a restante equipa, o nível da equipa tenderá a igualá-lo, aumentando o conhecimento geral, como representado na Figura 32.

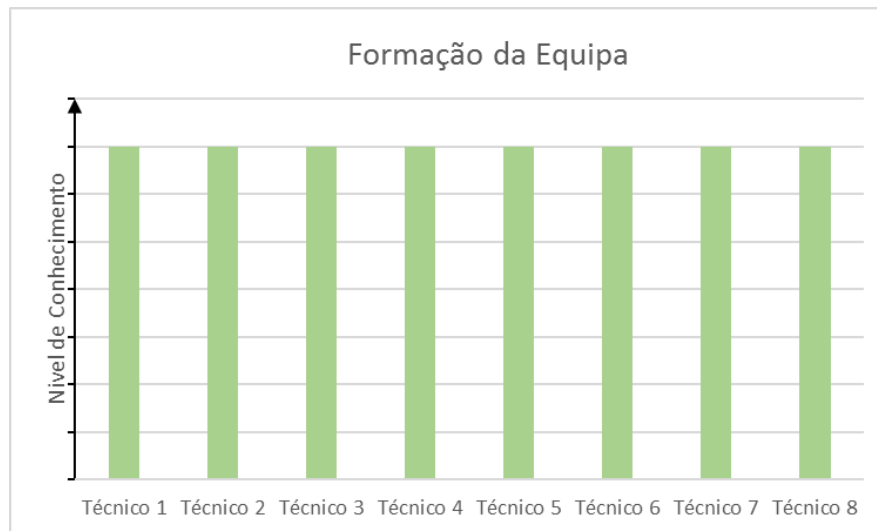


Figura 32 - Exemplo de uma distribuição ideal de conhecimento dentro de uma equipa de manutenção

Adicionalmente, caso haja necessidade de aumentar a barreira de conhecimento da equipa de uma forma geral, pode-se realizar formações externas, em que o formador tem um nível de conhecimento superior ao melhor da equipa. Esta preservação, difusão e aumento de conhecimento visam o consequente aumento da Qualidade das intervenções, através da diminuição de reincidências devido a falta de experiência. Como método de formação, este modelo contempla a ferramenta *Training Center*.

Training Center

O ser humano, ao longo da sua vida, atravessa 4 fases distintas de desenvolvimento e aprendizagem humana (Mosquim 2013). São estas fases:

- Fase I – 0 a 2 anos – Experiências;
- Fase II – 2 a 7 anos – Sensações, palavras, experiências mentais e simulações;
- Fase III – 7 a 12 anos – Operações lógicas, comparações, classificações;
- Fase IV – Mais de 12 anos – Plena capacidade de entendimento.

Este método desenvolvido encara estas fases como semelhantes às fases de formação recomendadas para um técnico de manutenção. Assim, este visa garantir que, no que toca a aprendizagem e formação técnica, as equipas têm reunidas condições para serem educados pelas primeiras fases, e posteriormente, para explorarem as fases mais avançadas.

Assim sendo, este método consiste na construção de uma *Training Room*, uma sala dedicada a treinos e formações. Esta sala começa com alguns componentes simples e vai sendo complementada à medida que a equipa vai evoluindo nas diferentes fases de conhecimento. Inicialmente, deve conter diversas experiências de possíveis intervenções e metodologias mais tecnicamente complicadas (Fase I). Para tal, este modelo defende que devem existir réplicas de treino dos equipamentos/ máquinas mais relevantes, seja por serem mais críticas ou de avaria mais frequente, para que os técnicos possam interagir e experimentar alterações, correções ou melhorias. De seguida, é necessário proporcionar simulações (Fase II). Dado que as simulações têm como objetivo imitar um processo real, é necessário ter em conta a envolvente inerente a uma manutenção corretiva. Quando ocorrem este tipo de intervenções, cada minuto de máquina parada é um minuto de rentabilidade perdida para a empresa e, caso haja reincidências, a situação agrava-se. Gera-se, por isso, um ambiente de pressão que exige ao técnico uma resposta rápida e com Qualidade, independentemente da situação. Adicionalmente, quando há mais avarias em simultâneo do que técnicos disponíveis, existe uma componente de gestão de prioridades e pressão dos diversos responsáveis das linhas. Todos estes fatores induzem stress no técnico de manutenção. Tendo em conta que experienciar stress durante sessões de treino é

uma forma eficaz de preparar profissionais para crises reais (Cohen, Brinkman, and Neerincx 2016), é importante que estas simulações incorporem o fator stress nas suas simulações. Para o efeito, este modelo sugere um estilo de simulação combinada com um teste de pressão, em que o técnico tem um tempo limite para completar a simulação, onde acontecem eventos aleatórios e perturbadores da tarefa em questão. Para a Fase III, este modelo prevê um local na sala destinado a um registo de técnicas adquiridas pela experiência, para incitar a comparação e a dedução lógica aplicada às intervenções, conduzindo a equipa para a Fase IV. A Figura 33 representa as diferentes componentes da sala para cada fase de formação das equipas.

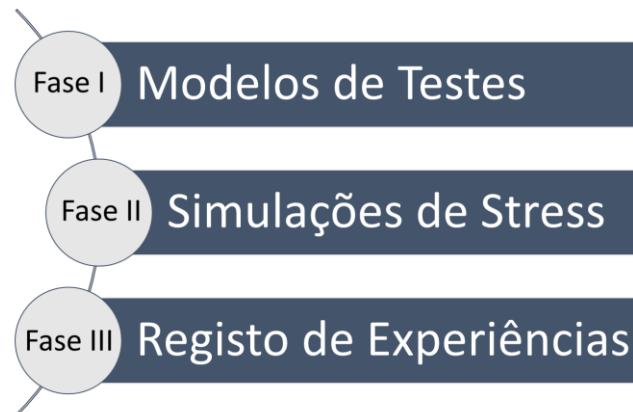


Figura 33 - *Training Center*: componentes de cada fase

Com esta ferramenta, a equipa é munida de condições básicas e práticas para adquirir conhecimento de forma sistematizada, progressiva e prática, podendo até centralizar e partilhar novas técnicas ou conhecimentos adquiridos com a restante equipa.

3.7.3 Resolução Estruturada de Problemas

“Resolver problemas complexos de forma sistematizada”

Muitos problemas reincidentes consistem em situações de maior complexidade cuja equipa não tem capacidade para resolver de forma estruturada no decorrer do seu dia-a-dia de trabalho. Frequentemente, estes problemas requerem a análise e desenho de solução por parte de mais do que um membro da equipa e até mesmo de ajuda da área de engenharia. A falta de foco e estruturação do problema impede as equipas de eliminar a causa raiz e resulta na ocorrência de reincidências.

Para aumentar a Qualidade das intervenções das equipas, este modelo desenvolvido adota a utilização de uma ferramenta simples e prática da estruturação e resolução de problemas mais complexos, de desenvolvido pelo *Kaizen Institute* (Kaizen Institute 2016). Esta ferramenta denomina-se como “3C”.

3C

O 3C é uma ferramenta de resolução de problemas que tem como objetivos estruturar e simplificar o seu processo de resolução. Esta ferramenta consiste em 4 passos fundamentais, representados na Figura 34.


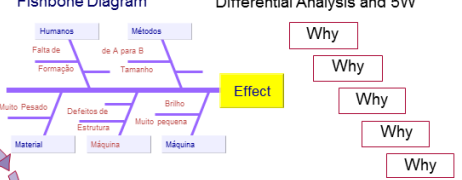
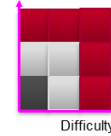
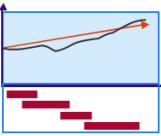
3C Tool		Theme: _____	Date: _____						
		Objective: _____	Name: _____						
1. Problem (Case) <ul style="list-style-type: none"> What is the problem? Description of current conditions Where is the emphasis of the problem? Why is it a problem? What impact has the problem? 									
2. Cause of the Problems (Cause) <p>Analysis of the Causes with Technical proofs</p> <p>Fishbone Diagram Differential Analysis and 5W</p> 	3. Improvements (Countermeasure) <p>What ideas are there for improvement?</p> <p>Evaluation of ideas</p> <p>Definition of PDCA</p> <p>Implementation</p> <div style="text-align: right;">  Difficulty </div> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; text-align: center;"> <tr> <th colspan="3">Measure Plan</th> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">What?</td> <td style="padding: 2px;">Who?</td> <td style="padding: 2px;">When?</td> </tr> </table>			Measure Plan			What?	Who?	When?
Measure Plan									
What?	Who?	When?							
4. Verify Solutions <ul style="list-style-type: none"> Comparison between original and current situation The solution brought results? Objectives achieved? 									

Figura 34 - 3C: exemplo de template de aplicação da ferramenta

1. **Caso** – Neste passo, o caso é descrito, complementada com uma análise de dados que comprovem a dimensão e pertinência do problema. É também neste passo que se define o indicador afeto a este problema e o seu objetivo para o fim da resolução.
2. **Causa** – No segundo passo, recorre-se a um Diagrama *Ishikauwa*, que consiste em dividir todas as possíveis causas de um problema em seis categorias distintas, aplicando a metodologia 6M (Kaizen Institute 2016). As seis categorias são as seguintes:
 - a. **Método**: todas as possíveis causas que envolvam o método que estava a ser utilizado
 - b. **Material**: todas as possíveis causas que envolvam o material que estava a ser utilizado;
 - c. **Mão-de-obra**: todas as possíveis causas que envolvam diretamente o colaborador (ex: não seguimento da norma ou violação das regras de segurança)
 - d. **Máquina**: todas as possíveis causas que envolvam a máquina em análise;
 - e. **Medida**: todas as possíveis causas que envolvam os instrumentos de medida, sua calibração, a efetividade de indicadores em mostrar as variações de resultado, se o acompanhamento está sendo realizado, se ocorre na frequência necessária, etc.
 - f. **Meio ambiente**: toda causa que envolve o meio ambiente em si o ambiente de trabalho.
3. **Contramedida** – Determinadas as causas, este passo associa a cada causa uma contramedida. Uma por uma, estas contramedidas são executadas e o seu estado de conclusão é atualizado.
4. **Verificação** – É neste último passo que se faz a verificação do valor do indicador definição face ao objetivo, como comprovação efetiva de que o problema foi resolvido. Se o valor atingir o objetivo e apresentar uma tendência estável, pode-se considerar o problema resolvido. Se tal não se verificar, é necessário executar mais contramedidas ou até estudar mais causas, se já todas possuem contramedidas aplicadas.

Este método e ferramenta munem a equipa de um meio para se focarem nos problemas mais recorrentes e do foro mais técnico ou complexo e para os resolverem de forma estruturada e simples. Este método garante ainda a preservação e difusão do conhecimento adquirido e técnicas aplicadas.

4 Caso de Estudo - Grupo Cerealis

4.1 Enquadramento

O Grupo Cerealis é um grupo vocacionado para a atividade industrial e comercial do sector agroalimentar, focalizado em produtos derivados da transformação de cereais, assente em práticas de bem fazer e de reforço permanente de competitividade. É um grupo focalizado nos negócios de massas alimentícias e farinhas industriais, em categorias como os cereais de pequeno-almoço e farinhas culinárias, e noutros produtos sinérgicos, nomeadamente bolachas e soluções de refeição.

O Grupo Cerealis é composto por 4 empresas que trabalham em conjunto. A estrutura organizacional do grupo encontra-se representada na Figura 35 (Cerealis 2016).

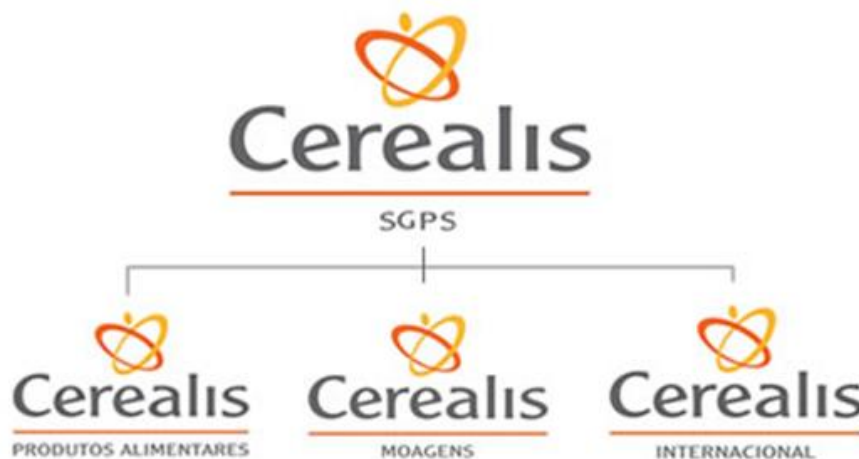


Figura 35 - Estrutura Organizacional do Grupo Cerealis

Fonte: Cerealis (2016)

- CEREALIS - SGPS, S.A. - Gere as participações sociais do GRUPO CEREALIS, prestando-lhe, entre outros serviços, apoio nas áreas jurídicas, sociais e financeiras.
- CEREALIS – PRODUTOS ALIMENTARES, S.A. - Empresa vocacionada para a produção e comercialização de produtos destinados ao consumidor final, nomeadamente massas alimentícias, bolachas, cereais de pequeno-almoço, farinhas de usos culinários e produtos refrigerados.
- CEREALIS – MOAGENS, S.A. - Empresa vocacionada para a produção e comercialização de farinhas de trigo e centeio.
- CEREALIS INTERNACIONAL – Comércio de Cereais e Derivados, S.A. É a *trading* que assegura a compra de cereais para a sua transformação nas empresas do Grupo e a exportação dos seus produtos.

O grupo conta com um total de 5 unidades industriais, representados na Figura 36.

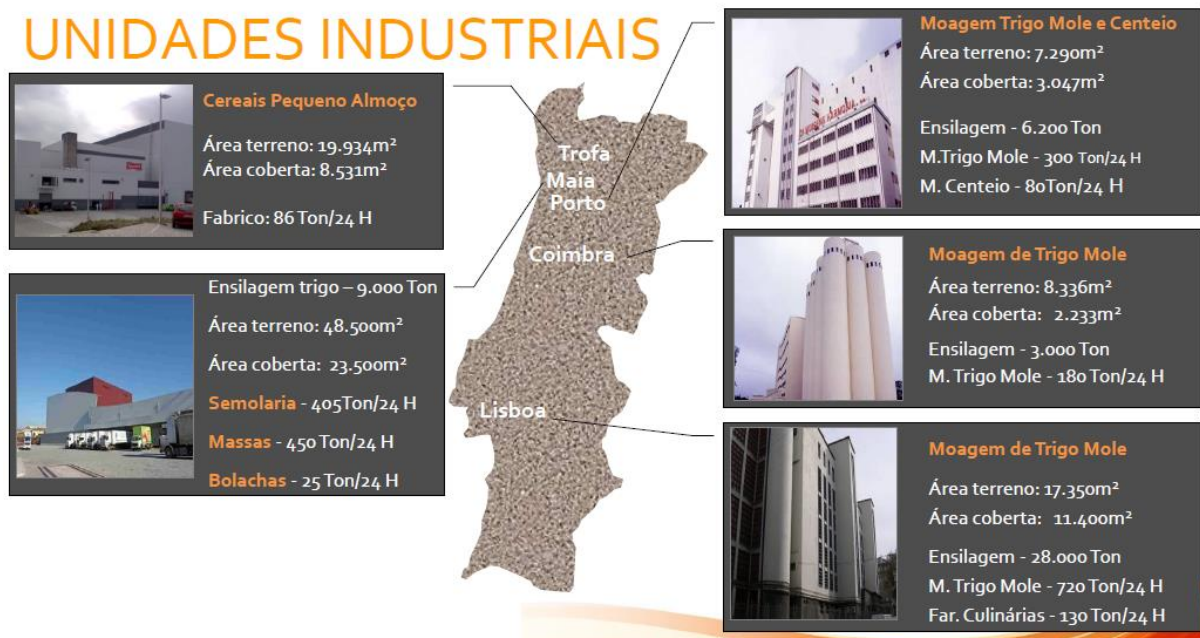


Figura 36 - Unidades industriais do Grupo Cerealis

Este caso de estudo apenas se refere à empresa CEREALIS – Produtos Alimentares (CPA), pertencente ao grupo, que possui as unidades industriais da Maia e da Trofa.

A CPA, através da implementação e preservação de uma filosofia de melhoria contínua, tinha vindo a ter resultados operacionais crescentes. A constante melhoria e normalização dos processos de produção, assim como levantamento e execução de oportunidades de melhoria, conferindo autonomia às equipas do terreno para melhorarem o seu próprio trabalho, levou a um aumento constante nos níveis do OEE, representado na Figura 37. Por motivos de confidencialidade, nenhum valor absoluto é apresentado neste caso de estudo. Apenas serão apresentados valores relativos de aumento ou diminuição dos indicadores em análise.

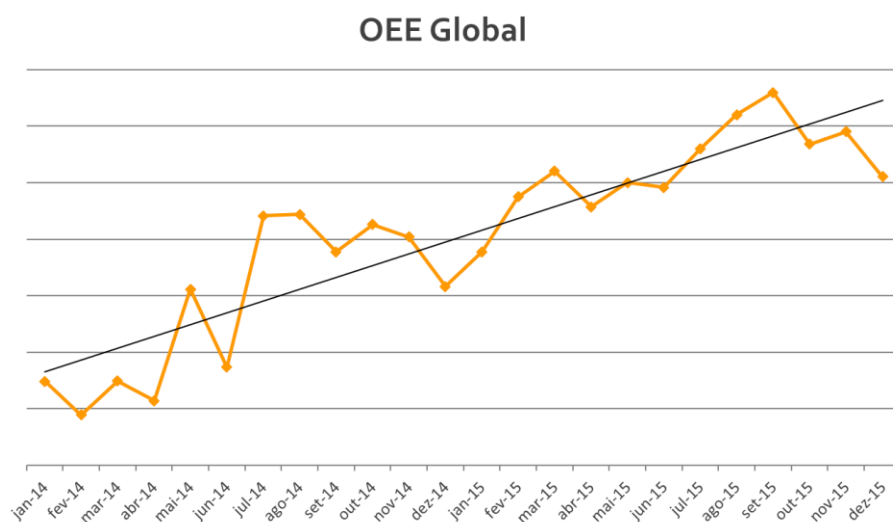


Figura 37 - Evolução temporal do OEE

A CPA tinha como objetivo a longo prazo manter a tendência de aumento do OEE e verificou que o aumento da componente da Disponibilidade não estava a acompanhar o crescimento global do indicador, como constatado na Figura 38.

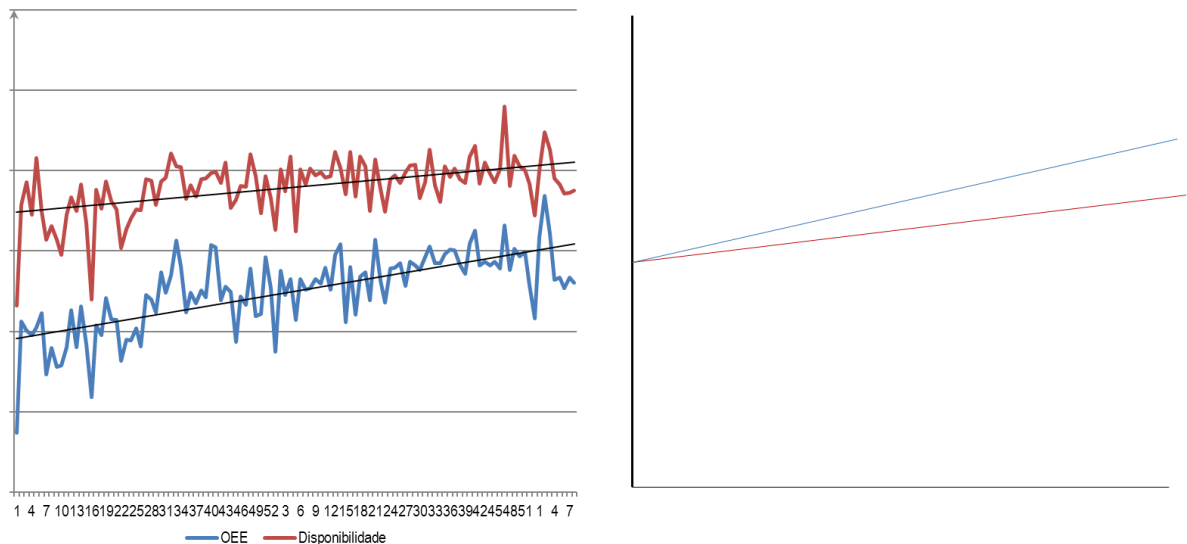


Figura 38 - Comparação das tendências de crescimento do OEE e da componente da Disponibilidade

Dado que o Departamento de Manutenção é a principal área responsável pela Disponibilidade das máquinas, devido ao seu papel na redução do tempo e ocorrências das paragens não planeadas, a CPA decidiu que necessitava de melhorar os resultados operacionais desse departamento.

Enquanto que a CPA tinha como indicador global da eficiência da Produção o OEE, não possuía visibilidade nem controlo sobre a eficiência da Manutenção, impedindo-a de saber como a melhorar.

Levantada esta necessidade, o grupo Cerealis recorreu aos serviços de consultoria operacional do *Kaizen Institute Consulting Group* num projeto com o objetivo de medir e melhorar a eficiência das equipas de Manutenção de forma a aumentar a tendência de crescimento da componente da Disponibilidade.

Para atingir estes objetivos, foi aplicado o modelo *Overall Maintenance Effectiveness* (Cap. 3), o modelo de gestão de equipas de Manutenção orientado à produtividade das equipas de terreno. O projeto começou com a aplicação da base do modelo, a “Avaliação”, para determinar o estado atual das equipas e levantar as principais dificuldades e oportunidade de melhoria, enquadrando-as com os diversos pilares do modelo.

De seguida, foram definidos, por componente do OME, os pilares a abordar e as ferramentas correspondentes. A adaptação das ferramentas ao contexto da organização foi um fator importante e decisivo para o sucesso da implementação. Por componente, foram desenhadas as soluções, em conjunto com as equipas, de acordo com os pilares operacionais, e foram implementadas no terreno.

No fim, foram constatados os resultados através da comparação do próprio indicador do OME, assim como do OEE e a sua componente da Disponibilidade.

Os desafios passaram por conquistar a confiança das pessoas no terreno, onde as dificuldades se sentem, compreender os processos e levar a organização e os seus colaboradores a quererem melhorar. O relacionamento e envolvimento de todos foram uma constante no desenvolvimento de ideias e ações de melhoria.

4.2 Avaliação

A avaliação teve como principal objetivo aferir o estado atual das equipas de manutenção, compreender os problemas e ineficiências no terreno e levantar oportunidades de melhoria. A aplicação desta base do modelo OME desenvolvido começou com a utilização da ferramenta

Shadowing, acompanhando e dividindo as diversas atividades dos técnicos em diversas categorias. Partindo dessa análise inicial, foram realizadas entrevista de produtividade para aferir mais concretamente as dificuldades sentidas pelos elementos das equipas e orientar a aplicação dos pilares do modelo OME. Por fim, definiram-se os pilares a implementar e em que contexto.

4.2.1 Shadowing

A aplicação da base de Avaliação começou com a utilização da metodologia *Shadowing*, contemplada no modelo OME desenvolvido, e foram realizadas um total de 50 horas de observação e acompanhamento dos técnicos no terreno, com o resultado representado na Figura 39.

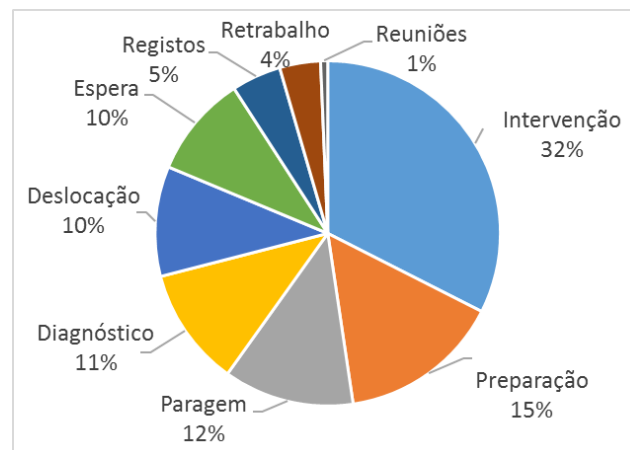


Figura 39 - Pie-chart resultante do *Shadowing*

É de notar que apenas representa valor acrescentado a categoria de Intervenção, constituindo um total de 32% das observações, sendo tudo o resto tarefas sem valor acrescentado.

Através da observação das duas unidades industriais, foi também possível denotar uma diferença considerável na maturidade da organização das equipas de manutenção correspondentes.

A equipa da Trofa era uma equipa já muito bem organizada: possuía hábitos de reuniões requentes de planeamento de trabalho e análise de indicadores, assim como dos seus desvios face aos objetivos, lançando até ações de melhoria como resposta aos desvios negativos. Possuía também um bom domínio de ferramentas de organização dos espaços de trabalho, assim como de métodos de normalização. Esta equipa resolvia ainda problemas mais complexos de forma estruturada, recorrendo a ferramentas como os 3C, introduzidas na cultura da equipa por projetos passados com o KI.

No caso da Maia, a situação era distinta. A Maia possui um total de 3 fábricas: Fábrica de Massas 1, Fábrica de Massas 2 e Fábrica de Bolachas. A Fábrica de Massas 1 também engloba a área da Semolaria. Na totalidade das 3 equipas, não existiam momentos formais de reunião de planeamento e análise de indicadores, existindo apenas uma passagem de turno verbal entre os técnicos de regime de turnos. Adicionalmente, não existia qualquer comunicação com a produção, no âmbito de perceber as necessidades deste seu cliente interno, assim como para definir prioridades de intervenção. No que toca aos espaços de trabalho, apesar de haver vestígios de organização dos postos de trabalho, esta tinha caído em desuso por falta de controlo e disciplina.

Confrontados com esta discrepância entre unidades industriais, foi definido que o foco seria a unidade industrial da Maia e as suas equipas de Manutenção.

Para as categorias mais significativas, foram levantadas as principais dificuldades e oportunidades de melhoria, expressas na Tabela 3.

Tabela 3 - Principais dificuldades e oportunidades de melhora das equipas de manutenção da Cerealis

Categoria	Dificuldades / Oportunidades de melhoria
Diagnóstico / Intervenção	Ausência de critérios de avaliação de avarias por parte da Produção; Falta de ferramentas ou ferramentas desadequadas;
Preparação	Dificuldades de acesso ao armazém durante o turno da noite; Necessidade de preparação de peças / componentes na oficina;
Deslocação	Deslocações excessivas para levantamento de consumíveis; Deslocações excessivas para consulta de informação técnica; Deslocações excessivas para obtenção de ferramentas;
Espera	Ausência de Planeamento e visualização da carga de trabalho; Plano de Manutenção preventiva extenso e desorganizado;

Salienta-se o facto de atividades de valor acrescentado, neste caso as Intervenção, também possuírem oportunidades de melhoria, possuindo potencial para acrescentarem valor mais eficazmente.

4.2.2 Entrevistas de Produtividade

Compreendido o estado inicial de forma geral, foi necessário realizar entrevistas de produtividade, em conjunto com os técnicos de manutenção, para compreender mais precisamente quais os pontos a focar e como adaptar as ferramentas do modelo OME desenvolvido ao contexto da empresa e das equipas. Com a aplicação deste método, foi possível definir os seguintes focos de melhoria, e associa-los a um ou mais pilares do modelo do OME:

- Organização do planeamento e comunicação das equipas – Plano de Trabalho e Comunicação Eficaz;
- Foco e organização da Manutenção Preventiva – Manutenção Preventiva;
- Passagem de capacidades básicas de diagnóstico para a Produção; - Pré-diagnóstico
- Aproximação da Manutenção ao local de Atuação – Manutenção de Proximidade;
- Concentração de tarefas externas e de variabilidade – Concentração de Variabilidade;

4.2.3 OME

Para aferir por completo o estado inicial das equipas, e dada a aplicação do modelo OME, foi imperativa a medição do indicador que serve como base para todo o modelo. Com base no histórico de ocorrências de 2014 e 2015, fornecido pelo sistema informático utilizado pela CPA, foram calculadas as diferentes componentes do OME. Também foi através do histórico que os tempos estimados para todos os tipos de corretivas. Cada intervenção corretiva estava associada a um equipamento, um código de causa e um coagido de solução, e foi com este nível de detalhe que cada estimativa foi calculado.

A Tabela 4 apresenta a média semanal do OME correspondente ao ano de 2015, obtido através de uma análise do histórico.

Tabela 4 - Valores do OME e respetivas componentes no ano de 2015

Componente	Percentagem
Ocupação	43%
Rendimento	107%
Qualidade	98%
OME	45%

O facto de o Rendimento ser superior a 100% é espectacular e deve-se ao cálculo dos valores ter sido efetuado com base em histórico passado. É natural que com o decorrer do tempo as equipas adquiram mais conhecimento dos equipamentos e das técnicas e que realizem tempos progressivamente melhores que os anteriores. No entanto, nada implica que não haja oportunidades de melhoria: com a aplicação das ferramentas de melhoria de Rendimento do OME, pretende-se alcançar resultados bastante superiores ao histórico, atingindo um Rendimento mais elevado.

4.3 Soluções

Através da junção da componente de “avaliação” com os valores das componentes do OME do estado inicial, definiram-se os pilares de Ocupação e Rendimento como os pilares prioritários, devido ao potencial de ganho observado.

A Figura 40 representa a verde as componentes e respetivos pilares aplicados nas equipas de manutenção da CPA.

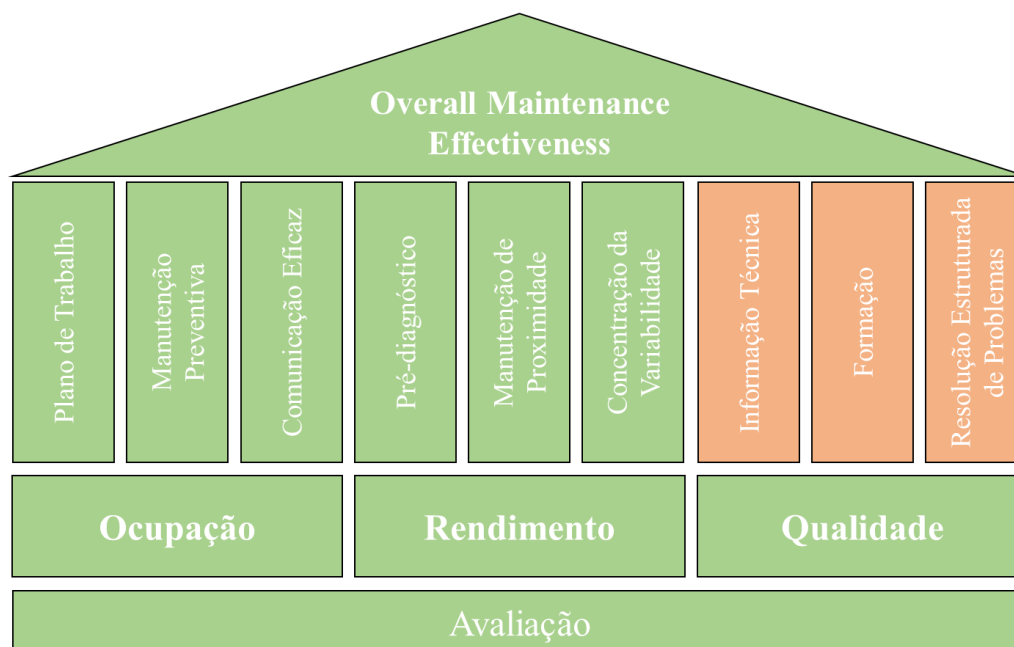


Figura 40 - Modelo OME - Pilares aplicados na CPA

A Ocupação destacou-se claramente como a componente com mais espaço para melhoria, visto que as equipas ainda não passavam nem metade do seu tempo ocupadas a acrescentar valor. De seguida, e dadas as ineficiências observadas no terreno, o Rendimento foi considerado com a outra componente a abordar. Apesar do valor de 2016 estar ligeiramente acima de 100%, isto apenas indica que a equipa está ligeiramente acima do histórico pelo qual foram estimados os tempos padrão. Contudo, as equipas reconheceram que, através de diversas melhorias ao seu método e condições de trabalho, se poderiam alcançar tempo muito melhores e consequentemente um Rendimento notoriamente superior ao histórico.

A componente da Qualidade, apesar de ser sempre calculada para o cálculo do OME, não foi alvo de foco nesta implementação pois apresentava um valor elevado. Concluiu-se que haveria mais potencial de ganho num aumento das outras componentes e que a Qualidade, se abordada, seria numa outra iteração, quando as equipas já possuísem valores mais satisfatórios nas restantes componentes.

4.3.1 Ocupação

Sem método de planeamento, aliado a um controlo de prioridades e uma clara visibilidade da carga de trabalho, as equipas incorriam frequentemente no seu paradigma de planeamento: não planeavam o seu dia de trabalho na certeza de que iriam ser chamados a qualquer momento para intervenções de emergência, e que como tal esse planeamento não iria surtir qualquer efeito.

No entanto, e por análise dos registos de 2014 e 2015, apenas 8 a 10% do total das intervenções dos técnicos representam manutenções corretivas de emergência (de prioridade máxima). Sendo esse o único tipo de intervenção da Manutenção que implica uma urgência de resposta, representa por isso a quantidade de trabalho não-planeável das equipas. Assim sendo, conclui-se que pelo menos 90% do trabalho destas equipas de manutenção era planeável e exequível em condições típicas.

Como consequência deste paradigma, as equipas, principalmente os técnicos no turno da noite, ficavam frequentemente sem saber o que fazer, parados à espera de serem requisitados.

Adicionalmente, também não havia um correto aproveitamento das janelas de oportunidade para intervir nos equipamentos, por falta de conhecimento que os mesmos iam estar parados (sem produzir), devido a fatores externos à Manutenção, como por exemplo o Plano de Produção ou até mesmo falta de Produto. Esta descoordenação das intervenções com a disponibilidade dos equipamentos também impactava, não só na Ocupação das equipas, como também no cumprimento do Plano de Manutenção Preventiva.

Meeting Cascade

Tendo como objetivo principal assegurar uma maior Ocupação das equipas, foi aplicada a ferramenta Meeting Cascade para definir um esquema de reuniões de planeamento e comunicação normalizada. O *Meeting Cascade* resultante da aplicação do conceito encontra-se representado no Anexo A.

Com a definição destes momentos de reunião, criaram-se condições para organizar o planeamento das equipas, nomeadamente introduzir os pilares do Plano de Trabalho e Manutenção preventiva no âmbito das reuniões diárias e o pilar de Resolução Estruturada de Problemas no âmbito das reuniões semanais.

Plano de Trabalho

Para organizar o planeamento das equipas, a ferramenta *Workload Planning* foi incorporada nas reuniões diárias de forma visual e física através de um quadro dinâmico, representado no Anexo B.

Ainda na aplicação da ferramenta *Workload Planning*, também foi implementada a Matriz de Tarefas Pendentes para gerir a carga de trabalho pendente, dividida por motivo de pendência, representada no Anexo C.

Neste caso, os motivos de pendência considerados foram os seguintes.

- Peças – Pendentes por falta de peças necessárias à intervenção;
- Paragem- Pendentes que requerem uma paragem planeada do equipamento para serem exequíveis;

- Serviços Externos – Pendentes que aguardam o auxílio de serviços externos;

Manutenção preventiva

O Plano de Manutenção Preventiva utilizava uma base de dados criada para gerir as diferentes tarefas, periodicidades e registos de realização.

Existia uma base de dados por fábrica, perfazendo um total de 2 bases de dados. Para cada uma delas, era gerada uma lista por semana com todas as tarefas a realizar nessa semana, incluindo as que estava em atraso no período de geração da lista. Estas últimas vinham assinaladas com um campo a dizer “Prio”, indicando a prioridade da sua realização face às outras. Como cada linha correspondia a uma tarefa e as tarefas chegavam a ter tempos de execução bastantes curtos como 5min, cada fábrica tinha um número muito elevado de linhas/tarefas no Plano, representado na Tabela 5.

Tabela 5 - Número de tarefas de Manutenção Preventiva do plano antigo

Base de Dados	Número de Tarefas de Man.Preventiva
Fábrica de Massas 1 + Fábrica de Bolachas + Semolaria	1737
Fábrica de Massa 2	737

Dada a extensão do plano, as tarefas não eram passíveis de ser planeadas diariamente nem planeadas a um técnico em específico, pelo que eram executadas pelos mesmos quando estes entendiam que deviam ou tinham tempo livre. Não havia, por isso, controlo sobre que tarefas o técnico devia executar, sobre a sua eficiência ou sobre o cumprimento do plano.

As percentagens de cumprimento do Plano de Manutenção Preventiva foram calculadas em função dos tempos de intervenção das tarefas realizadas, não pelo número de tarefas realizadas. A Equação 4.1 corresponde ao cálculo dessa percentagem de cumprimento.

$$\% \text{ Cumprimento} = \frac{\sum \text{Tempo de intervenção das tarefas realizadas}}{\sum \text{Tempo de intervenção das tarefas do plano}} \quad (4.1)$$

Para tornar o seu planeamento, controlo de execução e preparação mais simples e integrada com o *Workload Planner*, foi aplicado o método de *Route Planning* à lista de tarefas de Manutenção Preventiva.

As tarefas foram agrupadas de acordo com a sua periodicidade e de acordo com o tipo de intervenção. As intervenções de lubrificação apenas podiam ser agregadas com tarefas semelhantes, pois havia técnicos especializados neste tipo de intervenção. Os restantes tipos de tarefas, inspeções e limpeza, podiam ser misturados dado que eram realizadas por qualquer tipo de técnico. Existiam rotinas com as seguintes periodicidades:

- Rotinas Semanais;
- Rotinas Quinzenais;
- Rotinas Mensais;
- Rotinas Trimestrais;
- Rotinas Semestrais;

As rotinas podiam ser classificadas de rotinas de planeamento diário ou obrigatoriamente executadas nas paragens. Este segundo tipo de rotinas era designado por rotinas de paragens. Ainda na aplicação do *Route Planning*, cada rotina tem um roteiro associado. No Anexo D encontra-se o exemplo de um dos roteiros de Manutenção Preventiva utilizados.

As rotinas foram depois traduzidas para cartões para serem planeáveis na agenda semanal do plano de trabalho, como se pode verificar pela Figura 41. Cada coluna da imagem corresponde a um tipo de periodicidade. Terminado um período corresponde à periodicidade da coluna, os cartões concluídos são colocados na linha “A Fazer” para serem executados novamente.



Figura 41 - *Route Planning* - Aplicação da ferramenta na Cerealis

Resultante da aplicação desta ferramenta, a Tabela 6 apresenta o número de rotinas criadas por casa uma das fábricas.

Tabela 6 - *Route Planning* - Número de Rotinas de Manutenção Preventiva

Base de Dados	Número de Rotinas
Fábrica de Massas 1 + Fábrica de Bolachas + Semolaria	202
Fábrica de Massa 2	114

Para registar o cumprimento destas Rotinas, foi desenvolvida uma nova base de dados por fábrica, que permite gerir este novo método, assim como efetuar o registo por rotina de tarefas, ao contrário do anterior, em que se registava cada tarefa individualmente. A interface de registo da base de dados encontra-se representada no Anexo E.

Com a aplicação deste método, facilitou-se o planeamento e adquiriu-se visibilidade sobre a carga de trabalho das Manutenções Preventivas e o seu cumprimento.

4.3.2 Rendimento

Após a “Avaliação” detetaram-se inúmeras oportunidades de melhoria no que diz respeito à componente do Rendimento. Os valores de Rendimento próximos de 100% são resultado natural do cálculo dos tempos teóricos das intervenções, que são calculados com base no histórico. Como os tempos reais são comparados com uma média dos tempos passados, é apenas natural que estes sejam semelhantes. No entanto, dado que o tempo estimado se trata de uma média móvel dos últimos meses, o Rendimento tenderá a aumentar substancialmente nas primeiras medições após alterações disruptivas nos métodos das equipas, e a estabilizar com o passar do tempo, com a estabilização dos tempos teóricos noutra nível, como representado na Figura 42.

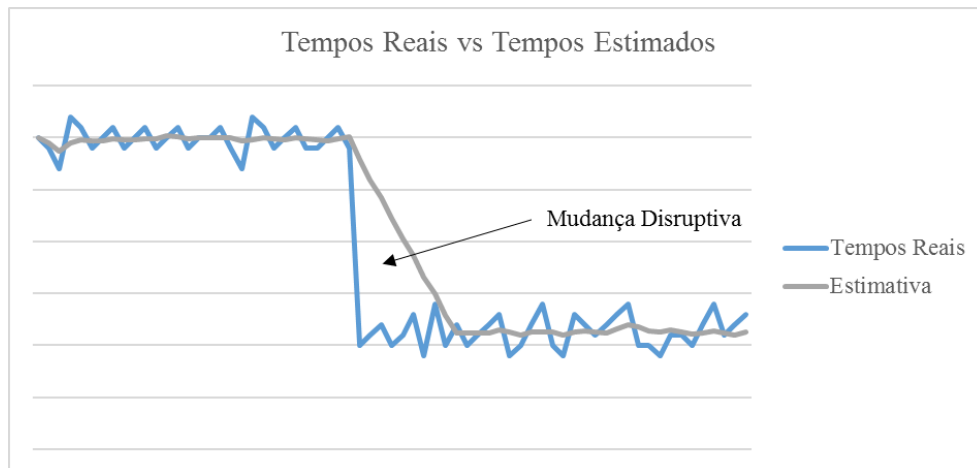


Figura 42 - Adaptação dos tempos estimados face às alterações nos tempos reais

Pré-diagnóstico

Em conjunto com os técnicos que trabalham nos turnos, foram levantadas, de todas chamadas efetuadas para a Manutenção, aquelas que seriam facilmente resolvidas ou pré-diagnosticadas pela produção, se instruída com a informação necessária.

Em seguida, e com base nos registos, escolheram-se os seis tipos de chamadas mais frequentes, representados na Tabela 7, e concluiu-se que, em 2016, estes ocorriam numa média de 4 vezes por semana cada uma.

Tabela 7 - Chamadas efetuadas para a manutenção mais frequentes

Tipo de Problema	Equipamento
“Boxes ABB não vai buscar a camada”	Boxes ABB
“Má formação dos pacotes”	Linha 3
“Máquina não arranca – Erro: transportador móvel”	Encartonadora L2 / 3/ 4 / 8 / 9
“Silos das cortadas em alarme”	Silos Cortadas
“Não arranca”	Lava Moldes
“Alarme dos cilindros - Erro: Posição”	Cilindros

Foi desenhado e implementado no equipamento correspondente um *Screening Flow* por cada um destes problemas. A Produção e os técnicos de manutenção foram devidamente formados em relação ao seu objetivo e funcionamento e, nas últimas 4 semanas do projeto, apenas se verificou uma chamada proveniente desde seis tipos de problemas, devido a uma má interpretação do operador.

Manutenção de Proximidade

A unidade industrial da Maia é constituída por 4 fábricas: Fábrica de Massas 1, Fábrica de Massas 2, Fábrica de Bolachas e Semolaria. A Fábrica de Massas 2 encontra-se num edifício separado do edifício onde se encontram as restantes, a mais de 500 metros de distância e separados por uma estrada. Sempre que um técnico da Fábrica de Massas 2 necessitava de um componente, tinha de percorrer os 500 metros e atravessar a estrada para aceder ao armazém central, situado no outro edifício, e regressar à Fábrica de Massas 2.

Para eliminar este excesso de deslocações, e com base no histórico do armazém central desde 2014, foram levantados os principais componentes levantados por técnicos da Fábrica de Massas 2. Estes componentes, maioritariamente pequenos consumíveis, como porcas, parafusos e abraçadeiras, constituíam uma média total de 5 deslocações por dia.

Todos eles foram alocados num stock avançado na Fábrica de Massas 2, composto por duas estantes com as diversas referências identificadas como principais, assim como um duplicado das ferramentas mais utilizadas pelos técnicos, como se pode verificar na Figura 43.

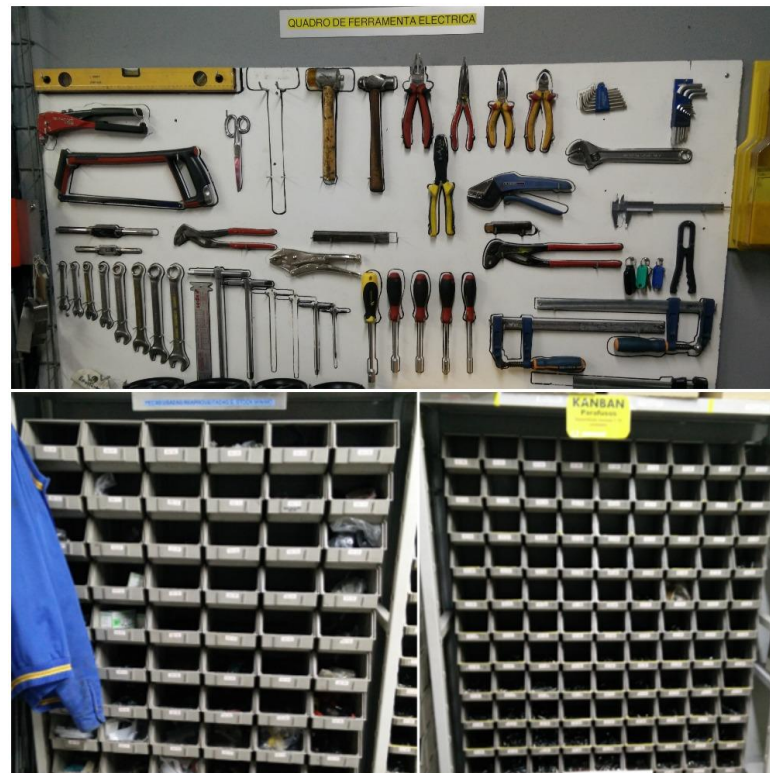


Figura 43 - Stock avançado na Fábrica de Massas 2

Adicionalmente, foram também deslocados os manuais pertencentes aos equipamentos da Fábrica de Massas 2 para este local de material avançado, para reduzir as deslocações originadas pela necessidade de os consultar.

Não foi aplicada a ferramenta *First Aid Kits* pois o projeto não teve duração suficiente para fazer um estudo por máquina do *top* de componentes e ferramentas, e optou-se por isso por um avanço mais generalizado para o edifício da Fábrica de Massas 2.

Concentração da Variabilidade

Com a observação das intervenções das equipas, foram detetados dois tipos de preparações:

- Preparação de peças para stock – Ocorrem devido à necessidade de repor o stock de um componente utilizado, procedendo-se à reparação do componente que foi retirado do equipamento.
- Preparação de peças para repor na máquina – Surgem quando o mesmo componente que foi retirado da máquina em más condições necessita de ser repostado, normalmente por falta de um componente substituto em stock.

Ambas estas tarefas são tarefas externas, sendo exequíveis fora do momento de avaria da máquina. No segundo caso, é externa pois enquanto o componente é reparado, o técnico podia estar a intervir noutra falha.

Para aumentar centralizar este tipo de preparações, aplicou-se o conceito de *Mura Station* através da criação de uma oficina especializada neste tipo de preparações. Um dos técnicos foi nomeado como responsável da oficina e ficou encarregue de todas as preparações da equipa. Estas eram-lhes entregues pelos técnicos com uma descrição da sua finalidade, assim como um grau de urgência, para que este pudesse priorizar a sua carga de preparações pendentes. Assim que concluído, o técnico da oficina entrava em contacto com o técnico ou com o líder da equipa para procederem ao levantamento do componente, e posteriormente colocarem no local destinado, fosse de volta ao equipamento, fosse para stock. Com a concentração desta variabilidade neste técnico, os restantes elementos das equipas ficavam livres para, após uma intervenção, prosseguirem diretamente para outra onde a necessidade o exigisse.

Para além da estabilização dos trabalhos realizados por cada técnico, esta divisão induz a especialização da oficina em tarefas de preparação, aumentando o Rendimento das mesmas. Adicionalmente, diminui o tempo médio de chegada do técnico em caso de avarias simultâneas, através da atribuição deste tipo de tarefas externas a outro elemento, permitindo-o chegar mais rapidamente à avaria seguinte. Esta diminuição contribui diretamente para a diminuição dos tempos de paragem por falha dos equipamentos, aumentando consequentemente a sua disponibilidade.

4.3.3 Qualidade

Como referido no Capítulo 4.3, a componente da Qualidade não foi alvo de foco nesta implementação pois apresentava um valor elevado. Concluiu-se que haveria mais potencial de ganho num aumento das outras componentes, Ocupação e Rendimento, e que a Qualidade, se abordada, seria numa outra iteração, quando as equipas já possuísem valores mais elevados e estáveis nas restantes componentes.

4.4 Resultados

A CEREALIS – Produtos Alimentares tinha como objetivo a longo prazo manter a tendência de aumento do OEE que se vinha a constatar nos últimos anos. Contudo, verificou que o aumento da componente da disponibilidade não estava a acompanhar o crescimento global do indicador. Como principal causa da desaceleração do crescimento do OEE estava o nível de serviço da Manutenção. Desde cedo ficou claro que a eficiência das equipas afetava todo o funcionamento do departamento e impactavam diretamente na disponibilidade dos equipamentos e na taxa de avarias, e consequentemente, no OEE.

Assim sendo, a CPA recorreu aos serviços de consultoria operacional do *Kaizen Institute Consulting Group* num projeto com a duração de 4 meses.

Aplicou-se o modelo OME com o objetivo de aferir a eficiência das equipas, de forma geral e detalhada. A implementação deste modelo iniciou com a sua base de “Avaliação”, onde se constatou a situação inicial e os problemas inerentes, tanto à equipa, como ao meio que as rodeia. Compreendida a situação inicial, as componentes de Ocupação e Rendimento do OME foram definidas como o foco da implementação, pois apresentavam mais oportunidade de melhoria face à componente da Qualidade. Para cada componente, foram aplicados os diversos pilares do modelo e as ferramentas correspondentes.

Relacionado com a componente da Ocupação, foi implementado o *Workload Planning*, de modo a visualizar e gerir a carga de trabalho das equipas. Este plano de trabalho foi integrado num *Meeting Cascade*, que garante o fluxo de informação, do cliente para a manutenção e dentro do departamento, de forma normalizada, sistemática e orientada aos objetivos operacionais das equipas.

Relativamente à componente do Rendimento, foi aplicado o conceito de manutenção de proximidade: foram avançados os componentes mais requisitados do armazém central para um

armazém avançado na fábrica 2 da unidade industrial da maia, a mais de 500 metros de distância do armazém central. Não foram criados os *First Aid Kits* sugeridos pelo modelo OME pois o projeto não teve duração suficiente para fazer um estudo aprofundado à máquina do *top* de componentes e ferramentas, ficando-se apenas por um estudo à fábrica. Adicionalmente, foram aplicados diversos *Screening Flows*, no âmbito do pilar de Pré-diagnóstico, relativos a problemas cujos técnicos dos turnos se deparavam frequentemente. Por fim, criou-se um posto de concentração de variabilidade, uma mura station, que consistia numa oficina, com um técnico especializado lá alocado, que tinha como função receber e efetuar todas as preparações e reparações necessárias, fossem componentes para posteriormente colocar nas linhas, fossem componentes para armazém.

Finalizado o período do projeto, os valores do OME do início do projeto foram comparados com os finais, com os resultados expressos na Tabela 8.

Tabela 8 -Comparação dos valores do OME e dos seus componentes

Componente	2015	2016 Semanas 10 a 23	Aumento
Ocupação	43%	81%	38%
Rendimento	107%	143%	36%
Qualidade	98%	99%	1%
OME	45%	115%	70%

Os valores foram comparados com os valores de 2015 pois no início de 2016 a fábrica foi vítima de cheias e apresentou valores atipicamente baixos, não representando um bom termo de comparação. Denota-se uma grande evolução nas componentes da Ocupação e Rendimento, precisamente o foco desta aplicação do modelo OME. Com o aumento da Ocupação para quase o dobro do valor anterior, garantiu-se que a equipa dedica uma porção maior do seu tempo a acrescentar valor. Este aumento é consequência de um planeamento estruturado, alicerçado por uma comunicação normalizada e orientada aos objetivos das equipas e uma Plano de Manutenção Preventiva construído de forma a alimentar este planeamento de forma simples e visível. O cumprimento deste plano subiu uma média de 18 % em cada fábrica após a aplicação do método *Route Planning*.

Como previsto, o aumento do Rendimento para valores acima dos 100% deve-se á comparação com o histórico, onde as metodologias não permitiam alcançar os níveis de Rendimento verificados com a implementação do modelo OME. Se estes níveis de eficiência se mantiverem, este terá tendência a estabilizar, assim que os novos valores registados se tornem nos valores estimados para o futuro.

A componente da Qualidade ficou praticamente idêntica, como esperado, dado que não foram aplicadas metodologias do modelo OME que a impactassem diretamente.

No entanto, era importante verificar se este aumento do OME teve impacto significativo na taxa de decréscimo da percentagem de avarias em relação ao tempo de abertura. Face aos valores de 2015, o declínio médio da taxa de avarias triplicou no período correspondente ao projeto, semanas 10 a 23 de 2016. Este aumento do declínio impactou diretamente na disponibilidade, cuja taxa de crescimento aumentou para seis vezes o valor verificado. Com o aumento da disponibilidade dos equipamentos, o OEE também sofreu um aumento na sua taxa de crescimento, triplicando quando comparado com o seu valor anterior. A Tabela 9 demonstra mais resumidamente os resultados obtidos.

Tabela 9 - Análise de resultados

Taxa de Crescimento	Aumento
% avarias	-210%
Disponibilidade	520%
OEE	200%

Com a constatação destes resultados ficou claro que o modelo OME, orientado à eficiência das equipas de manutenção, apesar de não ter sido implementado na sua totalidade e por um período de tempo curto, surtiu efeitos positivos nos indicadores operacionais da organização. Verifica-se que, ao contrário da situação inicial, o crescimento da componente da disponibilidade já acompanha o crescimento do OEE, e são ambos superiores aos valores iniciais.

5 Conclusões

O Modelo OME surge da vontade do *Kaizen Institute Consultant Group* em dar resposta à necessidade de medir e gerir o desempenho da Manutenção. Foi desenvolvido tendo por base um indicador, o *Overall Maintenance Effectiveness* (OME), que consiste numa adaptação do OEE aos elementos das equipas de manutenção e aos fatores que determinam a sua produtividade. Este indicador é a conjugação de 3 componentes: Ocupação, Rendimento e Qualidade. A Ocupação corresponde à porção de tempo que as equipas dedicam a tarefas de valor acrescentado, face ao tempo total de trabalho. É uma componente fortemente influenciada por fatores organizacionais, como o planeamento e comunicação entre equipas. O Rendimento, que se define como uma proporção entre o resultado obtido e os meios utilizados para o obter, consiste na comparação dos tempos de intervenção com um tempo estimado por tipo de intervenção. Esta componente do OME evidencia as ineficiências nas intervenções e preparações das equipas e permite aferir quão eficientemente estas acrescentam valor. A Qualidade, terceiro e último componente do OME, traduz a eficácia das intervenções das equipas com base na ocorrência de reincidências dos problemas. Esta Qualidade é impactada pelo nível de conhecimento e experiência das equipas, pela qualidade da informação técnica das suas equipas e pela sua capacidade de resolver problemas mais complexos. Cada uma das três componentes do OME dá origem a três pilares táticos.

A componente da Ocupação contempla os pilares táticos de “Plano de Trabalho”, “Manutenção Preventiva” e “Comunicação Eficaz”. O “Plano de Trabalho” defende que uma correta visualização e planeamento das cargas de trabalho das equipas conduz a uma taxa de Ocupação superior, e possui uma ferramenta, de nome “*Workload Planner*”, que traduz um método simples e prático de implementar este tipo de controlo junto das equipas. O foco na “Manutenção Preventiva” advém do reconhecimento do impacto negativo das manutenções corretivas na Ocupação das equipas. Tratando-se as manutenções corretivas de acontecimentos de carácter estocástico, não é possível prever com exatidão quando irão ocorrer, obrigando a um sobredimensionamento das equipas, para garantir resposta aos picos de carga que estas geram. Este sobredimensionamento, aliado à distribuição não uniforme da carga de trabalho, impede as equipas de alcançarem níveis de Ocupação elevados. Assim, este pilar, através da metodologia “*Route Planning*”, visa reforçar a abordagem às manutenções preventivas, como forma de diminuir a ocorrência de manutenções corretivas, não só reduzindo os tempos de indisponibilidade dos equipamentos por avaria, como também nivelando a carga de trabalho e otimizando as deslocações, aumentando consequentemente a Ocupação. O pilar tático “Comunicação Eficaz”, fazendo uso de um “*Meeting Cascade*”, estabelece um fluxo normalizado e sistemático de informação, através da definição de diversos momentos formais de comunicação, reduzindo as esperas dos elementos das equipas.

Focados no Rendimento, foram desenvolvidos os seguintes três pilares táticos: “Pré-diagnóstico”, “Manutenção de Proximidade” e “Concentração de Variabilidade”. O Pilar “Pré-diagnóstico” surge com dois principais objetivos: despistar possíveis chamadas desnecessárias para a Manutenção e transmitir conhecimentos básicos à Produção. Com a aplicação da

ferramenta “*Screening Flow*”, as resoluções para os problemas mais frequentes são esquematizadas e passadas à Produção, munindo-os de capacidades de os pré-diagnosticar, e, nalguns casos, até de os resolver autonomamente. Esta metodologia aumenta o Rendimento das equipas, reduzindo os tempos de diagnóstico e liberta-as para tarefas de maior valor acrescentado. No âmbito da “Manutenção de Proximidade”, o objetivo é aproximar todos os componentes, ferramentas e informação técnica o mais possível do seu local de utilização. Com a criação de “*First Aid Kits*” de manutenção, alocando o essencial o mais próximo possível dos equipamentos, de forma compacta e acessível, reduzem-se as deslocações entre e durante intervenções, contribuindo para o aumento do seu Rendimento. A “Concentração de Variabilidade” reconhece parte das preparações efetuadas pelas equipas como tarefas externas e indutoras de variabilidade no seu trabalho. Este pilar defende a concentração deste tipo de tarefas numa “*Mura Station*”, uma estação de concentração de variabilidade, onde um dos elementos realiza as preparações da equipa toda. Esta estação permite a redução da variabilidade e consequentemente do tempo das intervenções dos restantes elementos e promove a especialização do técnico lá alocado àquele tipo de preparações, aumentando o Rendimento global da equipa.

No que diz respeito à componente da Qualidade, o modelo OME desenvolvido os seguintes pilares táticos: “Informação Técnica”, “Formação” e “Resolução Estruturada de Problemas”. O pilar de “Informação Técnica” define quais as informações que uma equipa deve possuir para garantir a Qualidade das intervenções, hierarquizando os diferentes tipos de informação por grau de necessidade numa “*Machine Pyramid*”. O Modelo OME desenvolvido defende diversas fases de “Formação”, baseadas nas diferentes fases de aprendizagem de um ser humano. Estas fases dizem que o processo de formação se deve concentrar num “*Training Center*”. Este centro deve representar as bases para a formação das equipas, começando por contemplar a realização de pequenas experiências, passando por simulações do contexto real, com o devido stress inerente, e eventualmente atingindo um patamar de registo e transição de conhecimentos adquiridos e técnicas desenvolvidas. Por último, o pilar de “Resolução Estruturada de Problemas” alicerça-se na ferramenta “3C”, desenvolvida pelo *Kaizne Institute Consultant Group*, para conferir às equipas a capacidade de resolver problemas tecnicamente mais complexas de forma estruturada. Esta metodologia segue 4 passos principais: a descrição do caso, a investigação das causas, a definição de contramedidas e a verificação dos resultados.

Todos os pilares táticos e respetivas ferramentas assentam numa base do modelo, denominada de “Avaliação”, que impõe uma aferição do estado inicial das equipas onde se pretende implementar o modelo. Esta avaliação é realizada através do método de acompanhamento das equipas denominado “Shadowing” e da realização de “Entrevistas de Produtividade” para compreender as dificuldades experienciadas pelos constituintes das equipas.

No caso de estudo na indústria alimentar, mais propriamente num projeto desenvolvido no Grupo Cerealis, um grupo focalizado em produtos derivados da transformação de cereais, constatou-se uma aplicação do modelo OME como tentativa de dar resposta a uma necessidade do Grupo. O Grupo tinha como objetivo a longo prazo manter a tendência de aumento do OEE que se tinha vindo a verificar até à data e constatou que o aumento da componente da Disponibilidade não estava a acompanhar o crescimento global do indicador. Dado que o Departamento de Manutenção é a principal área responsável pela Disponibilidade das máquinas, devido ao seu papel na redução do tempo e ocorrências das paragens não planeadas, o Grupo Cerealis decidiu que seria esse o foco de melhoria. Para alcançar a melhoria pretendida, o Grupo Cerealis recorreu aos serviços de consultoria operacional do *Kaizen Institute Consulting Group* num projeto com a duração de 4 meses. Neste projeto, o foco foi medir e melhorar a produtividade das equipas de Manutenção, de forma a aumentar a tendência de crescimento da componente da Disponibilidade. Para atingir estes objetivos, foi aplicado o Modelo *Overall Maintenance Effectiveness*, o modelo de gestão de equipas de Manutenção orientado à produtividade das equipas de terreno. O projeto iniciou com a aplicação da base do

modelo, a “Avaliação”, para determinar o estado atual das equipas e levantar as principais dificuldades e oportunidade de melhoria, enquadrando-as com os diversos pilares do modelo. Compreendida a situação inicial, as componentes de Ocupação e Rendimento do OME foram definidas como o foco da implementação, pois apresentavam mais oportunidade de melhoria face à componente da Qualidade. Para cada componente, foram aplicados os diversos pilares do modelo e as ferramentas correspondentes. Relacionado com a componente da Ocupação, foi implementado o Workload Planning, de modo a visualizar e gerir a carga de trabalho das equipas. Este plano de trabalho foi integrado num Meeting Cascade, que garante o fluxo de informação, do cliente para a manutenção e dentro do departamento, de forma normalizada, sistemática e orientada aos objetivos operacionais das equipas. No que diz respeito à componente do Rendimento, foi aplicado o conceito de manutenção de proximidade: foram avançados os componentes mais requisitados do armazém central para um armazém avançado na fábrica 2 da unidade industrial da maia, a mais de 500 metros de distância do armazém central. Adicionalmente, foram aplicados diversos *Screening Flows*, no âmbito do pilar de Pré-diagnóstico, relativos a problemas cujos técnicos dos turnos se deparavam frequentemente. Por fim, estruturou-se e implementou-se uma mura station, que consistia numa oficina, com um técnico especializado lá alocado, que tinha como função receber e dar resposta a todas as preparações e reparações necessárias, fossem componentes para posteriormente colocar nas linhas, fossem componentes para armazém.

No fim, comparando os valores do período do projeto, semanas 10 a 23 de 2016, com o ano de 2015 constatou-se um aumento de 70% no OME das equipas de Manutenção. Este aumento traduziu-se num aumento do declínio médio das taxas de avaria de 210%. Esta acentuação impactou diretamente na disponibilidade, aumentando a sua taxa de crescimento em 520%. Com o aumento da disponibilidade dos equipamentos, o OEE também sofreu um aumento de 200% na sua taxa de crescimento. Verificou-se também que, ao contrario da situação inicial, o crescimento da componente da disponibilidade já acompanhava o crescimento do OEE, já não representando uma ameaça ao abrandamento do seu crescimento.

Com a constatação destes resultados ficou claro que o Modelo OME, orientado à eficiência das equipas de manutenção, apesar de não ter sido implementado na sua totalidade e por um período de tempo curto, mais precisamente 14 semanas, surtiu efeitos positivos nos indicadores operacionais da organização.

É um modelo orientado aos recursos humanos e constitui uma forma simples e estruturada de medir e gerir a produtividade de equipas com trabalhos altamente técnicos, imprevisíveis e não standardizáveis, como os da manutenção. Este modelo foca as equipas para diversos aspetos táticos de extrema relevância e valor acrescentado para o seu bom funcionamento e mune-as de ferramentas adequadas à sua implementação. É um modelo que requer uma mudança de paradigma por parte dos membros das equipas, mas que surte efeitos tanto maiores quanto maior for o envolvimento das equipas na sua implementação.

Referências

- Abernethy, Bruce. 1993. "Searching for the Minimal Essential Information for Skilled Perception and Action." *Psychological Research* 55 (2).
- Abreu, João, Paula Ventura Martins, Silvia Fernandes, and Marielba Zacarias. 2013. "Business Processes Improvement on Maintenance Management: A Case Study" 9: 320–30. doi:10.1016/j.protcy.2013.12.036.
- Andersson, C, and M Bellgran. 2015. "On the Complexity of Using Performance Measures: Enhancing Sustained Production Improvement Capability by Combining OEE and Productivity." *Journal of Manufacturing Systems* 35. The Society of Manufacturing Engineers: 144–54. doi:10.1016/j.jmsy.2014.12.003.
- Arslankaya, Seher, and Hatice Atay. 2015. "Maintenance Management and Lean Manufacturing Practices in a Firm Which Produces Dairy Products." *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 207. Elsevier B.V.: 214–24. doi:10.1016/j.sbspro.2015.10.090.
- Ben-Daya, M., and S.O Duffuaa. 1995. "Maintenance and Quality: The Missing Link." *Quality in Maintenance Engineering* 1 (1).
- Cabral, J.P. 2013. "Gestão E Manutenção de Equipamentos, instalações E Edifícios."
- Cerealis. 2016. "Cerealis: Quem Somos." <http://www.cerealis.pt/sgps/quemsomos.php>.
- Chen, Mike, Alice X Zheng, Jim Lloyd, Michael I Jordan, and Eric Brewer. 2004. "Failure Diagnosis Using Decision Trees."
- Cohen, Iris, Willem-paul Brinkman, and Mark A Neerincx. 2016. "Effects of Different Real-Time Feedback Types on Human Performance in High-Demanding Work Conditions." *Journal of Human Computer Studies* 91. Elsevier: 1–12.
- Correia, Patrícia Isabel. 2015. "Maintenance in Tough Economic Times: The Importance of Maintenance Management."
- Dhillon, B. 2002. *Engineering Maintenance: A Modern Approach. Engineering.*
- Filho, Luiz Alberto Marques Santos. 2013. "Revisão Sistemática Do Sistema de Triagem de Manchester Na Estratificação de Risco."
- Fleischer, Jürgen, Udo Weismann, and Stephan Niggeschmidt. 2006. "Calculation and Optimisation Model for Costs and Effects of Availability Relevant Service Elements."
- Garvens, Mettler Toledo. 2012. "A Guide to OEE - Overall Equipment Effectiveness."
- Hansen, Robert. 2001. "Overall Equipment Effectiveness."
- Huang, S.H.; J.P; Dismukes, A.; Mousalam, R.B.; Razzak, and D.E; Robinson. 2003. "Manufacturing Productivity Improvement Using Effectiveness Metrics and Simulation

Analysis.”

Kaizen Institute. 2016. *Manual Daily Kaizen*.

Maletic, Damjan, Matjaz Maletic, and Bostjan Gomiscek. 2013. “The Role of Quality Management Activities in Achieving High Performance of Maintenance Processes” 1 (3): 253–64.

Márquez, Adolfo Crespo. 2007. *The Maintenance Management Framework: Models and Methods for Complex Systems Maintenance*. Springer.

Maslow, A. H. 1943. “A Theory of Human Motivation.”

Mosquim, João Carlos. 2013. “O Ser Humano E a Absorção de Conhecimentos.”

Nakajima, Seeiichi. 1995. “Introduction to TPM.”

Ohno, Taiichi. 1978. “Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production.”

Pintelon, Liliane, and Peter Nganga Muchiri. 2010. “Performance Measurement Using Overall Equipment Effectiveness (OEE): Literature Review and Practical Application Discussion.”

Pintelon, Liliane, and Alejandro Parodi-herz. 2008. “Maintenance: An Evolutionary Perspective.”

Pinto, Vitor M. 1994. *Gestão Da Manutenção*. Edited by IAPMEI.

Pramod, V.R.; S.R.; Devadasan, S.; Muthu, V.P.; Jagathyraj, and G. Dhakshina; Moorthy. 2006. “Integrating TPM and QFD for Improving Quality in Maintenance Engineering” 12 (June 2016). doi:10.1108/13552510610667174.

Quintas, A. Costa. 1998. “Definição de Uma Estratégia de Manutenção Com Vista À Melhoria de Rendimento Global Da Empresa.”

Silva, António Marques da. 2009. “Triagem de Prioridades – Triagem de Manchester.”

Tommelein, Iris D.; David Riley; Riley, and A. Howell; Greg. 1998. “Paradame Game : Impact of the Work Flow Variability on Succeeding Trade Performance.”

ANEXO A: CPA - Meeting Cascade

Meeting Cascade						
Diretor de Manutenção						
Planeamento / Aprovisionamento						1ª Quarta-Feira do Mês às 9h00 - Reunião de Análise de Indicadores Mensais, Resolução Estruturada de Problemas e Planeamento Macro
Engenharia de Manutenção					Terça-Feira às 15h15 - Reunião de Análise de Indicadores e Seguimento de Ações de Melhoria	
Equipas de Manutenção				8h30 - Reunião Tática de Planeamento do Trabalho	15h00 - Reunião de Planeamento do Trabalho e Passagem de turno	
Cliente Interno (Produção)				8h15 - Reunião de Análise do Dia Anterior e Definição de Prioridades de Intervenção		
Legenda						
Diária						
Semanal						
Mensal						


ANEXO B: CPA - Workload Planner - Agenda Semanal de Equipa

PLANO DE TRABALHO									
PENDENTES	RESP.	SEGUNDA	TERÇA	QUARTA	QUINTA	SEXTA	SÁBADO	DOMINGO	CONCLUÍDOS
OT's 11/4/2016 Trabalho de Manutenção Preventiva	Florindo Cerqueira Turno: Manhã				OT's 11/4/2016 Trabalho de Manutenção Preventiva				Manutenção Preventiva 11/4/2016
OT's 11/4/2016 Trabalho de Manutenção Preventiva	José Fernando Turno: Manhã			OT's 11/4/2016 Trabalho de Manutenção Preventiva	OT's 11/4/2016 Trabalho de Manutenção Preventiva				Manutenção Preventiva 11/4/2016
OT's 11/4/2016 Trabalho de Manutenção Preventiva	Sérgio Silva Turno: Manhã				LQ2 11/4/2016				
OT's 11/4/2016 Trabalho de Manutenção Preventiva	João Silva FOLGA					FOLGA	FOLGA		OT's 11/4/2016 Trabalho de Manutenção Preventiva
OT's 11/4/2016 Trabalho de Manutenção Preventiva	Alexandre Sousa Turno: Tarde								
OT's 11/4/2016 Trabalho de Manutenção Preventiva	Filipe Santos Turno: Manhã				FOLGA	FOLGA	FOLGA		OT's 11/4/2016 Trabalho de Manutenção Preventiva
OT's 11/4/2016 Trabalho de Manutenção Preventiva	José Silva Turno: Tarde							FOLGA	FOLGA

ANEXO C: CPA - Workload Planner - Matriz de Tarefas Pendentes


	PEÇAS	PARAGEM	S.EXTERNOS
FABRICO	OT's Nº da OT: 1105807 Código Equip.: Descrição: L: F Silo Em Espera: <input type="checkbox"/> Peças <input type="checkbox"/> Paragem <input type="checkbox"/> S.Externos Data início: Responsável: Validado em M3:	INTERVENÇÃO CURATIVA Nº da OT: 1221761 Código Equip.: B Descrição: Fugas Água 1º TCM Em Espera: <input type="checkbox"/> Peças <input type="checkbox"/> Paragem <input type="checkbox"/> S.Externos Data início: Responsável: Validado em M3:	OT's Nº da OT: 1143580 Código Equip.: C Descrição: Reparação Pinal sandos Saida empilhados Em Espera: <input checked="" type="checkbox"/> Peças <input checked="" type="checkbox"/> Paragem <input type="checkbox"/> S.Externos Data início: Responsável: Validado em M3:
EMBALAMENTO	INTERVENÇÃO CURATIVA Nº da OT: 1126619 Código Equip.: 9 Descrição: Bolsones desativados Em Espera: <input checked="" type="checkbox"/> Peças <input type="checkbox"/> Paragem <input type="checkbox"/> S.Externos Data início: Responsável: Validado em M3:	EMBALAMENTO Paragem	ACÇÃO MELHORIA Nº da OT: 118037 Código Equip.: 25 Descrição: Colocar Pictos em caixa no Zono do Alimento do Coito, EN 25 Em Espera: <input type="checkbox"/> Peças <input type="checkbox"/> Paragem <input type="checkbox"/> S.Externos Data início: Responsável: Validado em M3:
SEMOLARIA	OT's Nº da OT: 1217022 Código Equip.: SM Descrição: Montagem da Máquina de separação de leite Em Espera: <input type="checkbox"/> Peças <input type="checkbox"/> Paragem <input type="checkbox"/> S.Externos Data início: Responsável: Validado em M3:	OT's Nº da OT: 1212224 Código Equip.: SM Descrição: Encolimento da grade do canal do Asplough 4º Pico Pictos Em Espera: <input type="checkbox"/> Peças <input type="checkbox"/> Paragem <input type="checkbox"/> S.Externos Data início: Responsável: Validado em M3:	OT's Nº da OT: Código Equip.: Descrição: Semolaria degrada anti-dengue Em Espera: <input type="checkbox"/> Peças <input type="checkbox"/> Paragem <input type="checkbox"/> S.Externos Data início: Responsável: Validado em M3:

ANEXO D: CPA - Rotina de Manutenção Preventiva

**C.Lean**

Rotina LQ1

Fábrica Bolacha - Rotina de Manutenção Preventiva



Tempo estimado 1,5 Horas									
#	Local	Linha	Equipamento	Cod Equip	Serviço	Descrição Geral Serviço	Pontos	Consumível e Qt	Data
1	FAB BOLA CHA	FABRICO	Silos de Açucar	LWWSILBO L07	LUBRIF	LUBRIF APOIOS DO SEM-FIM	2	KLUBER PARA LIQ GA 343 6	Assin.
2	FAB BOLA CHA	FABRICO	Silos de Açucar	LWWSILBO L03	LUBRIF	LUBRIF ECLUSA DE ACUCAR	2	BP ENERGREA SE LS-EP 2 1	(v-Realizado, x-Com anomalia, "Em branco"-Não realizado)
3	FAB BOLA CHA	FABRICO	Silos de Açucar	LWWSILBO L05	LUBRIF	LUBRIF GRA SSEURS DA BOMBA	1	BP ENERGREA SE LS-EP 2 1	
4	FAB BOLA CHA	FABRICO	Silos de Açucar	LWWSILBO L06	LUBRIF	LIMPAR FILTROS	2	0 0	
5	FAB BOLA CHA	FABRICO	Silos de Açucar	WWSILBOL	LUBRIF	Lubrificar corrente esclusa	1	BP ENERGREA SE LS-EP 2 6	
6	FAB BOLA CHA	FABRICO	Silos de Açucar	WWSILBOL	LUBRIF	Lubrificar com massa chumaceiras da esclusa	2	BP ENERGREA SE LS-EP 2 6	

ANEXO E: CPA - Interface da Base de Dados da Manutenção Preventiva

UserForm1 ✕

Registo Manutenção Preventiva

Rotina ☐ Incompleta

Colaborador

Data 00:00:00

Hora HH:MM

Hora de Início	<input type="text"/>	Hora de Início	<input type="text"/>	Hora de Início	<input type="text"/>
Hora de Fim	<input type="text"/>	Hora de Fim	<input type="text"/>	Hora de Fim	<input type="text"/>

Originou Corretiva? ☐ Sim ☐ Não

Observações (corretiva)